



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Guilherme Minski

**APLICAÇÃO DO PRAZO AGREGADO NA GESTÃO DA CONSTRUÇÃO DE  
COMPLEXOS EÓLICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Engenharia Civil da Universidade  
Federal de Santa Catarina como  
requisito para a obtenção do título de  
Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Sc. Ricardo Juan  
José Oviedo Haito

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Minski, Guilherme

Aplicação do Prazo Agregado na Gestão de Complexos Eólicos  
/ Guilherme Minski ; orientador, Ricardo Juan José Oviedo Haito,  
2018.

69 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade  
Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em  
Engenharia Civil, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Gestão. 3. Complexo Eólico. 4. Valor  
Agregado. 5. Prazo Agregado. I. Haito, Ricardo Juan José Oviedo.  
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Engenharia Civil. III. Título.

Guilherme Minski

## APLICAÇÃO DO PRAZO AGREGADO NA GESTÃO DE COMPLEXOS EÓLICOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 30 de novembro de 2018.

Prof.<sup>a</sup>. Luciana Rohde, Dra.  
Coordenadora do Curso

### Banca Examinadora:



Prof. Ricardo Juan José Oviedo Haito, Dr. Sc.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.<sup>a</sup>. Fernanda Fernandes Marchiori, Dra.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Pablo Soares Fernandez, PMP.  
Seta Engenharia



## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, pelo amor incondicional, pela dedicação e pelo apoio durante toda a minha vida. Aos meus irmãos, que mesmo mais novos, buscaram sempre me auxiliar dentro do que esteve ao alcance.

À minha namorada, pelo carinho, paciência e acolhimento nos momentos difíceis. Por sempre acreditar em meu potencial e incentivar a busca pelos meus objetivos. Também à sua família por todo o acolhimento e suporte em diversos aspectos.

Aos colegas que a graduação trouxe, sejam do curso, das atléticas da Engenharia Civil e do Centro Tecnológico, da equipe de *cheerleading* ou da bateria, por todas as experiências, ensinamentos, companheirismo e por tornar a jornada da graduação prazerosa e inesquecível.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sc. Ricardo Juan José Oviedo Haito por toda a colaboração, disposição, preocupação e generosidade em compartilhar todo seu conhecimento e experiência sempre de forma amigável e acolhedora.

Aos Engenheiros Civis Francisco Anselmo Ribeiro Bittencourt e Pablo Soares Fernandez por toda a atenção e paciência na participação deste trabalho, sempre disponíveis para sanar dúvidas e auxiliar no desenvolvimento do mesmo.

Ao Engenheiro Civil Jaci Pasini Junior, meu orientador de estágio supervisionado obrigatório, por toda a preocupação durante o período de elaboração desse trabalho, pela disposição prestada e pelo apoio nos momentos mais críticos.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha graduação, não apenas em questões técnicas, mas também interpessoais.



## RESUMO

Em projetos de proporções significativas, como complexos eólicos, a boa gestão é essencial e, para isso, a necessidade de ferramentas adequadas se faz presente, sendo a gestão de prazo um fator preponderante. Entre as ferramentas para seu controle, foi identificado o *Earned Schedule* (Prazo Agregado), surgido em 2003 e ainda pouco estudada, abordada nesse trabalho. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é aplicar a técnica, ponderando sua valia no controle do prazo de projetos em relação ao *Earned Value Management* (Gerenciamento do Valor Agregado). Visando o objetivo descrito, foi então estudada a técnica proposta, buscando a compreensão de seu funcionamento e possibilitando sua aplicação. Em seguida, foi realizada a coleta de dados através de uma empresa atuante no setor de energia eólica, aplicando os conhecimentos adquiridos e produzindo os indicadores de ambas as técnicas. Os dados coletados foram tabulados e analisados conforme o EVM e o ES. Com os resultados, foi identificada a capacidade do indicador de desempenho de prazo por parte do *Earned Schedule* de visualizar o desempenho do projeto com maior fidelidade à conjuntura enfrentada pelo projeto. Por conta dessa capacidade, conclui-se que a técnica proposta traz vantagens na sua aplicação em relação ao *Earned Value Management*.

**Palavras-chave:** complexo eólico, parque eólico, usina eólica, valor agregado, prazo agregado.





## ABSTRACT

In projects of significant proportions, such as wind farms, good management is essential and, for this, the need for adequate tools is presente, with term management being a preponderant fator. Among the tools for its control, the Earned Schedule, which was created in 2003 and still little studied, was identified in this study. Therefore, the objective of this work is to apply the technique, pondering its value in controlling the term of projects in relation to Earned Value Management. Aiming at the described objective, the proposed technique was studied, seeking an understanding of its operation and allowing its application. Then, data was collected through a company active in the wind energy sector, applying the acquired knowledge and producing the indicators of both techniques. The collected data were tabulated and analyzed according to the EVM and ES. With the results, the capacity of the schedule performance indicator by the Earned Schedule to visualize the performance of the project with more fidelity to the conjuncture faced by the project was identified. Due to this capacity, it is concluded that the proposed technique has advantages in its application in relation to Earned Value Management.

**Palavras-chave:** Wind farms complex, wind farm, windpower plant, earned value, earned schedule.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 - Evolução da Capacidade Instalada de Energia Eólica (adaptado).....	1
Figura 1-2 - Matriz Energética Brasileira (adaptado).....	2
Figura 1-3 - Variação do Consumo de Eletricidade e do PIB: Histórico x Projeção (adaptado).....	3
Figura 2-1 - Principais componentes de um parque eólico .....	9
Figura 2-2 – Principais componentes de um aerogerador .....	10
Figura 2-3 - Exemplo das curvas S características do EVM .....	15
Figura 2-4 - Exemplo Índices de Desempenho pelo EVM (adaptado).....	18
Figura 2-5 - Exemplo de Identificação Gráfica do ES .....	19
Figura 3-1 - Processo metodológico (adaptado).....	23
Figura 3-2 - Arranjo do Complexo Eólico .....	25
Figura 3-3 - Planta de Localização do Complexo Eólico .....	26
Figura 3-4 - Fluxograma do procedimento de cálculo .....	28
Figura 4-1 - Curvas S Características do EVM .....	33
Figura 4-2 - Variações de Custo e de Prazo gerados pelo EVM .....	34
Figura 4-3 - Índices de Desempenho de Custo e de Prazo gerados pelo EVM.....	35
Figura 4-4 - Previsões de Duração Final geradas pelo EVM .....	36
Figura 4-5 - Prazo Agregado (ES).....	37
Figura 4-6 - Variação de Prazo gerada pelo ES.....	38
Figura 4-7 - Índices de Desempenho de Prazo gerados pelo PA.....	39
Figura 4-8 - Previsões de Duração Final geradas pelo ES .....	40
Figura 4-9 - Índice de Desempenho de Prazo à Completar pelo ES .....	41
Figura 4-10 - Curvas S características do EVM no cenário hipotético .....	41
Figura 4-11 - Curva dos Índices de Desempenho de Prazo no cenário hipotético .....	42
Figura 4-12 - Previsões de Duração geradas pelo EVM e pelo ES no cenário hipotético .....	43
Figura APA-0-1 – Work Breakdown Structure das Obras Cíveis do Complexo Eólico .....	53



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1 - Ranking Mundial de Capacidade Instalada.....	2
Tabela 2-1 - Principais componentes de aerogeradores .....	10
Tabela 2-2 - Aspectos da localização de um complexo eólico.....	11
Tabela 2-3 - Resumo das Equações dos Indicadores do EVM e do ES .....	22
Tabela 3-1 - Valores fornecidos para os meses de Junho, Julho e Agosto de 2018 .....	29
Tabela 4-1 - Exemplo de Intervenção.....	44
Tabela APB-1 – Dados fornecidos lançados na planilha de cálculo e cenário hipotético.....	57
Tabela APB-2 - Aplicação do GVA sobre os dados recebidos e cenário hipotético .....	58
Tabela APB-3 - Aplicação do PA sobre os dados recebidos e cenário hipotético .....	59
Tabela ANA-1 - Dados fornecidos pela empresa responsável .....	63



## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 2-1 – Schedule Variance (\$) (SV).....	16
Equação 2-2 – Cost Variance (CV) .....	17
Equação 2-3 – Schedule Performance Index (SPI) .....	17
Equação 2-4 – Cost Performance Index (CPI) .....	17
Equação 2-5 – Independent Estimate at Completion (IEAC).....	18
Equação 2-6 – Schedule Variance (time) (VPR (t)) .....	20
Equação 2-7 – Schedule Performance Index (time) (SPI (t)).....	20
Equação 2-8 – Independent Estimate at Completion (IEAC (t)).....	21
Equação 2-9 – To Complete Schedule Performance Index (TSPI) .....	21





## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – *Actual Cost*

ANSI-EIA - *American National Standards Institute/Electronic Industries Alliance*

APP – *Actual Physical Progress*

AT – *Actual Time*

C/SCSC - *Cost/Schedule Control Systems Criteria*

CPI – *Cost Performance Index*

CV – *Cost Variance*

CV (t) – *Cost Variance (time)*

DoD - *Department of Defense*

ES – *Earned Schedule*

EV – *Earned Value*

EVM – *Earned Value Management*

IEAC – *Independent Estimate at Completion*

IEAC (t) – *Independent Estimate at Completion (time)*

PD – *Planned Duration*

PERT - *Program Evaluation and Review Technique*

PIB - *Produto Interno Bruto*

PPP – *Planned Physical Progress*

PV – *Planned Value*

SC - *Santa Catarina*

SPI – *Schedule Performance Index*

SPI (t) – *Schedule Performance Index (time)*

SV – *Schedule Variance*

SV (t) – *Schedule Variance (time)*

TSPI – *To Complete Schedule Performance Index*

WBS – *Work Breakdown Structure*



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Contextualização.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>5</b>
1.2.1 Objetivo Geral .....	5
1.2.2 Objetivo Específico .....	5
<b>1.3 Delimitação da Pesquisa.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Organização do Trabalho .....</b>	<b>6</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Parque Eólico .....</b>	<b>9</b>
2.1.1 Definição .....	9
2.1.2 Composição .....	9
2.1.3 Aerogeradores.....	10
2.1.4 Construção de um Parque Eólico.....	11
<b>2.2 Conceitos de Gestão.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 <i>Earned Value Management</i> .....</b>	<b>14</b>
2.3.1 Definição .....	14
2.3.2 História .....	15
2.3.3 Dimensões de Desempenho.....	16
2.3.4 Problemática .....	18
<b>2.4 <i>Earned Schedule</i> .....</b>	<b>19</b>
2.4.1 Justificativa.....	19
2.4.2 Definição .....	19
2.4.3 Indicadores.....	20
<b>2.5 Resumo .....</b>	<b>21</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Etapas .....</b>	<b>23</b>

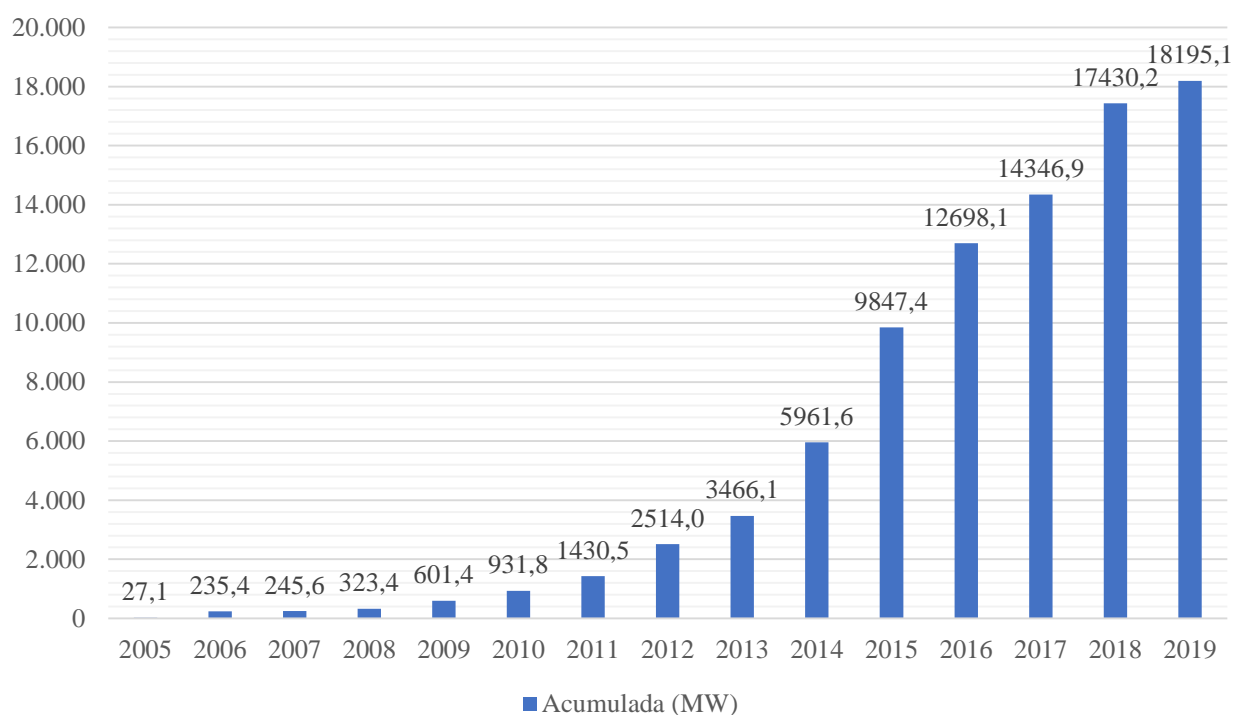
3.2	Pergunta de Pesquisa .....	24
3.3	Seleção de Assuntos e Fontes Relevantes .....	24
3.3.1	Empresa Responsável pela Execução .....	24
3.3.2	Estudo de Caso.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.4	Análise das Informações.....	27
3.5	Trabalho Teórico e Conceitual .....	28
3.6	Escrita das Descobertas e Conclusões .....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
4.1	Exposição dos Resultados.....	33
4.2	Discussão .....	43
5	CONCLUSÕES.....	45
6	REFERÊNCIAS.....	47
	Apêndice A – <i>Work Breakdown Structure</i> das Obras Civas do Complexo Eólico.....	51
	Apêndice B – Planilha de Cálculos .....	55
	Anexo A – <i>Planned Values</i> e <i>Actual Physical Progress</i> .....	61
	Anexo B – Registros Fotográficos da Obra .....	65

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A partir da entrada em operação, em 2011, dos primeiros parques leiloados em 2009, a fonte eólica expande de forma significativa. Até 2019, está prevista instalação de entorno de 18 GW, sendo essas as potências já comercializadas, conforme exposto na Figura 1-1 abaixo. Com geração de 12 TWh ao longo de 2014, foi responsável pelo abastecimento de 6 milhões de residências e evitou a emissão de 6 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. Trouxe ao sistema elétrico nacional mais de 5 bilhões de reais de encargos evitando o alto custo do despacho térmico, gerou 40 mil postos de trabalho e também um capital de giro de mais de R\$ 17 bilhões em investimentos (GANNOUM, 2015).

Figura 1-1 - Evolução da Capacidade Instalada de Energia Eólica (adaptado)

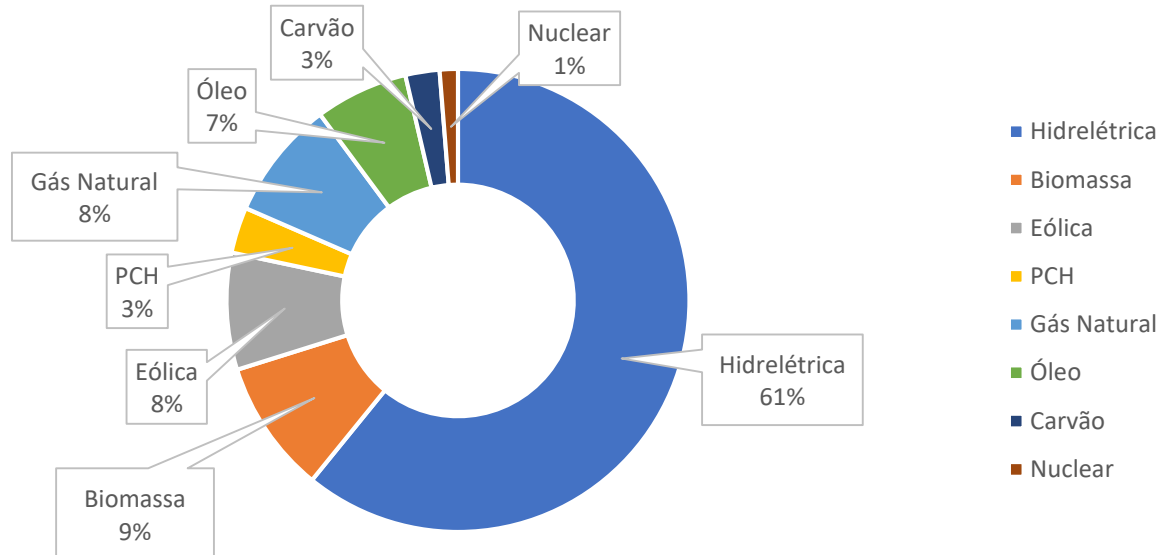


Fonte: GANNOUM (2015)

Apesar de divergente das informações apresentadas anteriormente, a ABEEÓLICA (2017) apresenta valores de desenvolvimento mais atuais que também demonstram a evolução da fonte eólica no país. Levando em conta as diferentes fontes de geração de energia elétrica, foram instalados 6,84 GW de potência em 2017, crescimento liderado pelas fontes hidráulica e eólica, representantes por 47,86% e 29,62%, respectivamente. Com 2,03 GW de nova capacidade instalada, o total eólico permitiu uma participação de 8,10% na matriz elétrica

brasileira, conforme ilustrado na Figura 1-2, que apresenta a matriz no fim de 2017. Lembra-se que, no final de 2016, a participação das eólicas era de 7,12%.

Figura 1-2 - Matriz Energética Brasileira (adaptado)



Fonte: ABEEÓLICA (2017)

Segundo o GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (2017), o Brasil foi considerado em 2016 o país mais atrativo para investimentos em energia renovável em termos de energia eólica, e na terceira posição do ranking mundial no setor de energias renováveis em geral. Em 2017, o Brasil ultrapassou o Canadá no Ranking Mundial de Capacidade Instalada e agora ocupa a 8ª posição, como mostrado a seguir na Tabela 1-1. Em 2012, o Brasil estava na 15ª colocação.

Tabela 1-1 - Ranking Mundial de Capacidade Instalada

#	País	MW	%
1	China	188.232	35
2	EUA	89.077	17
3	Alemanha	56.132	10
4	Índia	32.848	6
5	Espanha	23.170	4
6	Reino Unido	18.872	3
7	França	13.759	3
<b>8</b>	<b>Brasil</b>	<b>12.763</b>	<b>2</b>

Fonte: GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (2017)

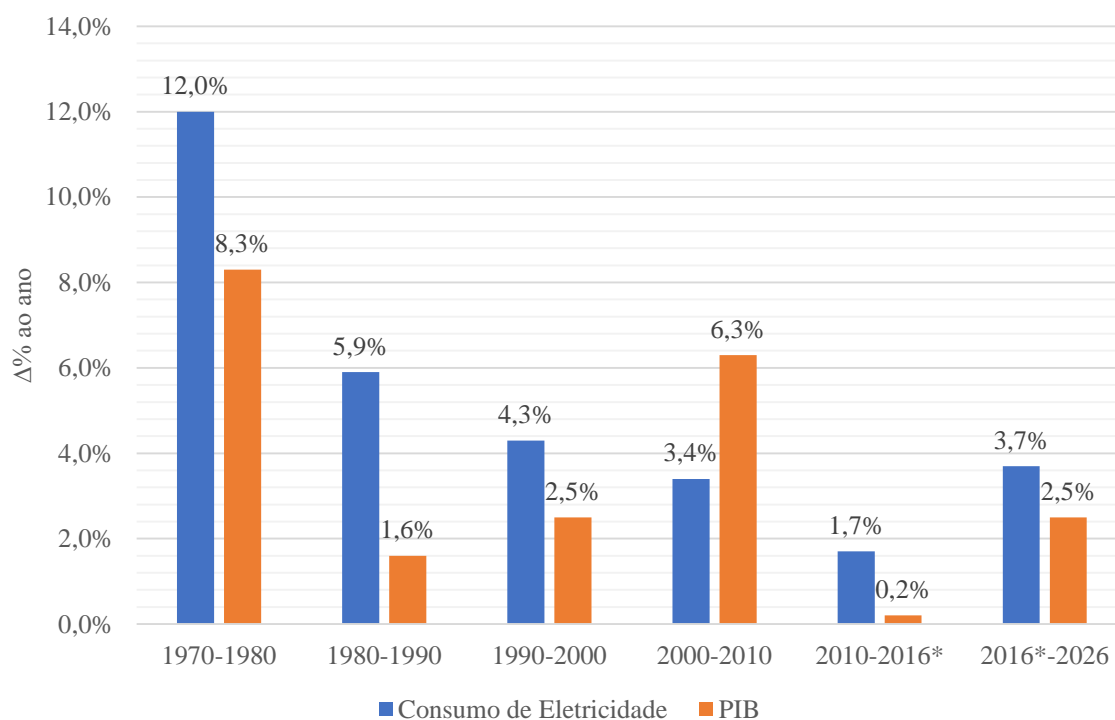
Tabela 1-1 - Ranking Mundial de Capacidade Instalada (conclusão)

#	País	MW	%
9	Canadá	12.239	2
10	Itália	9.479	2
	Resto do Mundo	83.008	15
<b>Total Top 10</b>		<b>456.572</b>	<b>85</b>
<b>Total</b>		<b>539.581</b>	<b>100</b>

Fonte: GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (2017)

Acerca das previsões para o cenário, o MME/EPE (2017) espera um incremento no consumo total de eletricidade de cerca de 50% a mais que a economia brasileira. Tendo as participações das classes comerciais e residenciais já em patamares mais brandos, teremos a indústria mostrando mais vigor, aproveitando-se da alta capacidade ociosa atual e da forte expansão de consumo via autoprodução que o setor energético apresenta. Dessa forma, apesar do crescimento cada vez mais singelo ao longo dos anos, como a Figura 1-3 expõe a seguir, a perspectiva de crescimento e de um aumento nas taxas, sustentando a necessidade de expansão da geração de energia.

Figura 1-3 - Variação do Consumo de Eletricidade e do PIB: Histórico x Projeção (adaptado)



Fonte: MME/EPE (2017)

Visando suprir o crescimento da demanda e, simultaneamente, manter o caráter renovável da matriz, são esperados investimentos da ordem de R\$ 1,4 trilhões no período 2017-2026. Dentre as premissas utilizadas para a criação dos cenários de expansão previstos, além dos empreendimentos já contratados, considerou-se a indicação de um programa de expansão da oferta eólica de 1.000 MW em 2020, sendo 800 MW na região Nordeste e 200 MW na região Sul. (MME/EPE, 2017).

Localizados em regiões com poucas perspectivas de desenvolvimento econômico, como é o caso do semiárido nordestino, os empreendimentos eólicos trazem grandes contribuições socioambientais. Além da geração de empregos, são observados o aumento da renda, resultante dos arrendamentos de terras e consequente contribuição da fixação do homem no campo. A qualificação profissional capacita a comunidade local, permitindo sua atuação em uma indústria tecnológica e inovadora. Complexos eólicos criam 15 vagas de emprego a cada megawatt instalado, trazendo também benefícios viabilizando pequenos negócios pelo fluxo de profissionais nas fases de implantação das usinas. Ainda, conta-se também com a criação e gestão de programas socioambientais relacionados à melhoria da qualidade de vida da população com formações na área da saúde e educação (GANNOUM, 2015).

A definição de projeto é dada como um esforço temporário que visa criar um produto, serviço ou resultado único (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004). Como único, se entende que esse possui características que o distingue dos demais produtos e serviços similares oferecidos (ROZONES, 2004). A gestão desses projetos deve guiar as empresas a utilizar as melhores informações disponíveis através de ferramentas que se adaptem às suas condições (KWAK; WATSON, 2004).

A gestão de projetos de implantação de parques eólicos são um caso particular, dividindo-se em duas fases. Na primeira, se tem uma obra de construção civil e de instalações elétricas com a construção das casas de comando e da subestação, das fundações dos aerogeradores, das valas de cabos, acessos e plataformas. Esta fase é semelhante a outras obras mais tradicionais, tendo provavelmente como principais diferenças as sapatas de grandes dimensões (na parte de construção civil) e as estruturas de alta tensão (na parte elétrica). Na segunda fase, a montagem e colocação em funcionamento dos aerogeradores, sendo a fase crítica da obra, pois a perda dos prazos pode representar grandes prejuízos. Nessa se faz necessário um bom planejamento e conhecimentos de gestão, mecânica, elétrica e experiência no setor são necessários (PINHO, 2008).

O sucesso da gestão de um projeto acontece quando esse é entregue dentro do prazo, dentro do custo orçado, com a melhor qualidade, etc. Tais características podem ser refletidas



por indicadores, compondo um sistema de controle, os quais permitem encontrar discrepâncias entre o planejado e o realizado. Na ocorrência dessas diferenças, o gerente de projeto e a sua equipe são os responsáveis por identificar as causas dos desvios e tomar decisões para colocar o projeto dentro dos valores planejados (NAVON, 2005).

Executivos concordam que o melhor controle e otimização da alocação dos recursos são necessários na solução de boa parte dos problemas corporativos. Para esses problemas que vêm surgindo, a procura por mecanismos que auxiliem no processo decisório aumentou e, para isso, a gestão de projeto é um dos meios a serem considerados (KERZNER, 2005).

Dentro desses mecanismos ou sistemas de controle, existe um conhecido como *Earned Schedule* (ES - Prazo Agregado), complementar ao sistema de *Earned Value Management* (EVM - Gerenciamento do Valor Agregado). O EVM mede a performance do projeto não relacionada a unidades de tempo, mas ao custo. Isso acarreta a, em cenários após o prazo de conclusão do projeto, a “morte” do indicador de prazo por conta da inexistência de valores planejados no período. O indicador assume esse comportamento mesmo sabendo que o projeto teve sua entrega atrasada, indicando uma entrega perfeita para o projeto. Por conta desse empecilho, foi elaborado então o ES, uma ponte entre o EVM e o cronograma do projeto, cujo indicador apresenta comportamento mais fiel ao enfrentado pelo projeto mesmo após o prazo final de entrega desse, em situações de atraso, tornando possível técnicas de análise que antes não pareciam possíveis (LIPKE, 2012).

Dada a grande quantidade de indicadores e ao volume de siglas trazidas por esses, foi elaborada a Tabela 2-3, sintetizando todas as informações e facilitando a compreensão das técnicas, sendo essa apresentada na revisão bibliográfica.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Este estudo tem como objetivo a aplicação do *Earned Schedule* (ES – Prazo Agregado), ponderando sua valia na gestão do desempenho do projeto de implantação do pacote de obras civis de um complexo eólico, estudado em termos de desempenho de prazo em comparação aos indicadores fornecidos pelo *Earned Value Management* (EVM – Gerenciamento do Valor Agregado).

### **1.2.2 Objetivo Específico**

Para alcançar o objetivo, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Entendimento das características e mapeamento do escopo de trabalho para execução de obras civis de um complexo eólico;
- Interpretar e compreender o comportamento dos indicadores do EVM;
- Interpretar e compreender o comportamento dos indicadores do ES;
- Comparação e crítica entre os indicadores, avaliando a capacidade de ambos na gestão do desempenho do projeto em termos de prazo.

### **1.3 Delimitação da Pesquisa**

O trabalho contempla a aplicação do ES a um complexo eólico, tendo sido esse submetido inicialmente ao EVM. As informações referentes ao complexo eólico foram fornecidas pela empresa responsável pela execução do mesmo, sendo então os cálculos apresentados referentes exclusivamente ao empreendimento estudado.

A metodologia utilizada no ES pode ser aplicada em qualquer projeto, sendo então passível de uso nas mais diversas áreas. Ressalta-se também que a análise é delimitada ao desempenho dos cronogramas do empreendimento e na boa previsão de desvios do planejado, e não a qualidade desse.

Os valores fornecidos para o estudo são tanto os planejados, como as medições de avanço físico. A aplicação da técnica se dá em um cenário inicial, anterior aos replanejamentos, avaliando as impressões fornecidas pelos indicadores calculados.

### **1.4 Organização do Trabalho**

A estrutura do trabalho é composta conforme a seguir:

- Capítulo 1 – Introdução: Contextualização e apresentação do tema a ser tratado, identificação dos objetivos gerais e específicos, bem como delimitação da pesquisa e organização do mesmo;
- Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica: Revisão conceitual da bibliografia, a fim de compor um referencial para o desenvolvimento da pesquisa. São apresentados conceitos gerais sobre Parques Eólicos, Gestão, além de definições sobre o EVM e o ES;
- Capítulo 3 – Metodologia: Apresentação das etapas necessárias à construção desse trabalho, através de um fluxograma e seu posterior detalhamento;
- Capítulo 4 – Resultados e Discussões: Apresentação dos resultados de cada uma das etapas definidas na metodologia de pesquisa;

- Capítulo 5 – Conclusões: Apresentação das considerações finais da pesquisa, de forma a responder os objetivos gerais e específicos dessa, além de expor recomendações para trabalhos futuros.

Para auxiliar o leitor, é apresentada a Tabela 2-2, página 22, servindo para contornar a dificuldade de manejo com o volume de siglas que serão trazidas. Com o mesmo propósito, foi elaborada a Figura 3-4, na página 28, mostrando o fluxograma do procedimento do cálculo, bem como uma lista das siglas usadas nessa.

Ao final, são apresentadas as referências bibliográficas consultadas nesta pesquisa, acompanhados dos apêndices e anexos.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Parque Eólico

#### 2.1.1 Definição

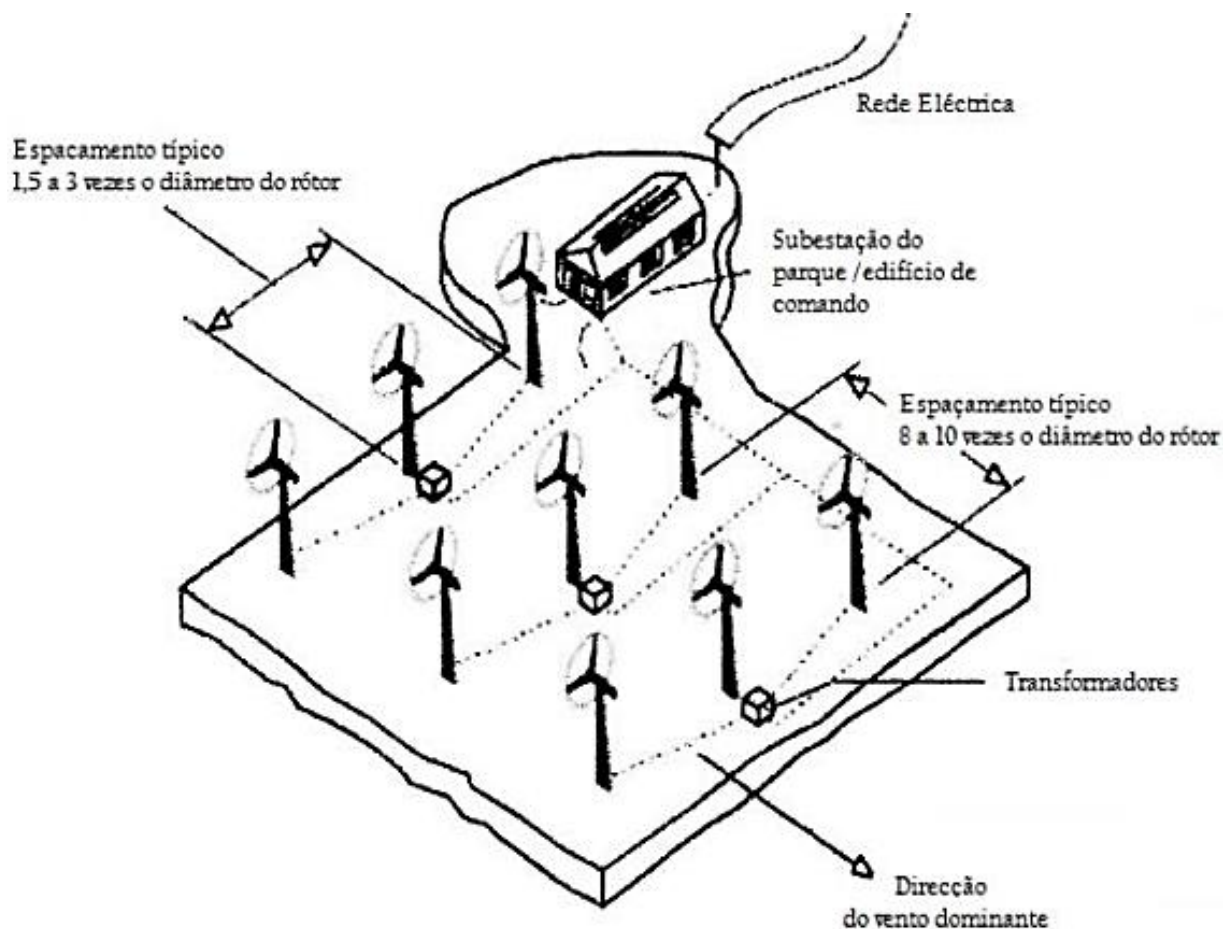
Segundo CUSTÓDIO (2013), parques eólicos ou usinas eólicas são locais, terrestres ou marítimos, cuja função é a produção de energia elétrica a partir dos ventos.

São definidos como fonte de energia limpa e renovável por conta do seu baixo impacto socioambiental durante a implantação (GANNOUM, 2013).

#### 2.1.2 Composição

Parques eólicos são compostos por um conjunto de aerogeradores, uma subestação e um edifício de comando, como mostrado na Figura 2-1. Cabos de média tensão interligam os aerogeradores, conectando-se por fim à subestação e ao edifício de comando. Desses, é realizada então a conexão ao Sistema Interligado Nacional - SIN (CUSTÓDIO, 2013).

Figura 2-1 - Principais componentes de um parque eólico

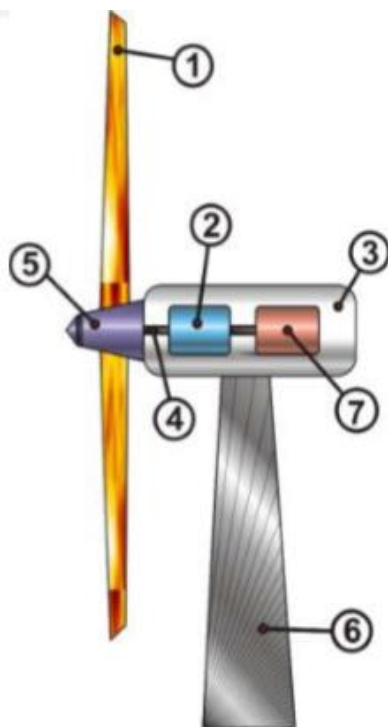


Fonte: GOUVEIA (2013)

### 2.1.3 Aerogeradores

Segundo EWEA (2009), são equipamentos para produção de energia elétrica a partir do vento, tendo como principais componentes a turbina e o gerador, acompanhados de outros. Os principais serão descritos, conforme a ilustração da Figura 2-2.

Figura 2-2 – Principais componentes de um aerogerador



Fonte: MEZAROBÁ (2016)

Seus principais componentes são descritos na Tabela 2-1 a seguir, segundo CUSTÓDIO (2013):

Tabela 2-1 - Principais componentes de aerogeradores (continua 1/2)

Código	Componente	Descrição
1	Pás	Perfis aerodinâmicos responsáveis pela interação com o vento, transformando parte da sua energia cinética em trabalho.
2	Caixa de Engrenagens	A turbina gira em baixas velocidades, enquanto o gerador gira em altas velocidades, então, para seu acoplamento, usam-se caixas multiplicadoras, ou redutoras.
3	Nacele	É a carcaça que abriga o gerador, a caixa de acoplamento e demais dispositivos do aerogerador que fiquem localizados no alto, junto à turbina.

Fonte: CUSTÓDIO (2013)

Tabela 2-1 - Principais componentes de aerogeradores (conclusão 2/2)

<b>Código</b>	<b>Componente</b>	<b>Descrição</b>
4	Eixo	Responsável pelo acionamento do gerador, transferindo a energia mecânica à turbina.
5	Cubo das pás	É a ponta do eixo da turbina onde as pás são fixadas por meio de flanges.
6	Torre	É a estrutura com a função de elevar a turbina do solo até a altura planejada em projeto, onde o vento tem a velocidade desejada e o desempenho do aerogerador será o maior possível.
7	Gerador	É o componente que produz energia elétrica, podendo ser síncrono ou assíncrono, conforme o modelo, potência e condições de uso.

Fonte: CUSTÓDIO (2013)

Sua montagem é realizada no local de operação, exigindo uma infraestrutura adequada. São necessários guinchos de alta capacidade com lanças de elevado comprimento, sempre superior à altura do aerogerador, que pode ser de 100 metros ou mais.

O transporte dos componentes de grande dimensão requer cuidados especiais, exigindo a construção de estradas e acessos na grande maioria das vezes.

#### 2.1.4 Construção de um Parque Eólico

##### 2.1.4.1 Localização

Segundo CUSTÓDIO (2013), sendo o primeiro passo (e um dos mais importantes), exige pouco investimento, mas muito conhecimento e experiência. Devem-se observar os seguintes aspectos, expostos na Tabela 2-2:

Tabela 2-2 - Aspectos da localização de um complexo eólico

<b>Aspecto</b>	<b>Descrição</b>
Região Promissora	Apresentar bom potencial eólico ou boas expectativas nesse sentido.
Espaço para Instalação dos Aerogeradores	Considerar tamanhos e modelos de máquinas, a potência da fazenda eólica e os espaçamentos entre as turbinas.

Fonte: CUSTÓDIO (2013)

Tabela 2-2 - Aspectos da localização de um complexo eólico (conclusão)

Aspecto	Descrição
Rugosidade e Obstáculos do Terreno e do Entorno	São necessárias baixas rugosidades num raio de até 15 km do local de implantação.
Acessos ao Local	Considerar o transporte de peças
Distância da Rede Elétrica e Viabilidade de Conexão	Devem ser ponderados os níveis de tensão, potencias, acessos às subestações e restrições ambientais ou legais à construção de linhas para a conexão e a distância do ponto de conexão.
Autorização do Proprietário	Formalização da concordância por parte do proprietário.
Restrições Legais ou Ambientais	Pesquisar possíveis restrições

Fonte: CUSTÓDIO (2013)

#### 2.1.4.2 Regime de Ventos e Potencial Eólico

Para GASCH (2012), nessa etapa instalam-se torres de medição do vento (torres anemométricas) que possuem medidores de temperatura, barômetros, sensores eletrônicos de movimentação, anemômetros e um sistema de coleta de dados, permanecendo no parque por, em média, três anos. Para determinação do potencial eólico, consideram-se o espaço disponível, a capacidade e o tamanho dos aerogeradores, as características elétricas da rede e os custos da instalação, de acordo com os planos e as condições dos investidores.

#### 2.1.4.3 Estudo Geológico e Geotécnico

Segundo GOUVEIA (2013), objetivam determinar as características do solo, avaliando os custos da execução das infraestruturas necessárias para a instalação dos aerogeradores e demais componentes.

#### 2.1.4.4 Acessos

Objetivam permitir o transporte de todos os elementos do projeto e a realização da sua manutenção, sendo necessário a construção de novas estradas ou, muitas vezes, a adequação de vias já existentes, as quais muitas vezes estão em péssimo estado de conservação ou não possuem as características necessárias para o transporte (GOUVEIA, 2013).



#### *2.1.4.5 Plataformas de Montagem*

Tem a função de auxiliar as gruas no apoio para a montagem da turbina. Em sua maioria, possuem uma superfície bem compactada, com uma sub-base resistente. Suas dimensões variam conforme os equipamentos a serem utilizados ou a turbina a ser montada (GOUVEIA, 2013).

#### *2.1.4.6 Fundações*

É a estrutura de aço em concreto localizada na base da torre responsável pela sustentação do aerogerador, podendo ser rasa (casos onde o perfil do solo possui alta capacidade de suporte ou quando for encontrada rocha resistente a uma pequena profundidade) ou profunda (CÂMARA, 2016).

#### *2.1.4.7 Vias de Cabos*

Segundo CÂMARA (2016), as vias dos cabos de média tensão são executadas paralelamente à via de acesso que liga os aerogeradores, interligando-se com a subestação.

#### *2.1.4.8 Casa de Comando e Subestação*

O edifício de comando e a subestação normalmente são executados em paralelo aos trabalhos nos acessos, fundações, plataformas e vias de cabo. A construção de um edifício de comando não difere muito da construção de um edifício térreo, sendo sua divergência apenas na rede de aterramentos, canaletas de cabos e nos equipamentos elétricos (PINHO, 2008).

Já a subestação é composta por uma instalação elétrica de alta potência que contém equipamentos para transmissão, distribuição, proteção e controle de energia elétrica (CUSTÓDIO, 2013).

### **2.2 Conceitos de Gestão**

O PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (2017) traz diversas definições, as quais serão expostas a seguir, sendo importantes para a compreensão do trabalho realizado.

- Gerenciamento do Valor Agregado: Uma metodologia que combina escopo, cronograma e medições de recursos para avaliar o desempenho e progresso do projeto;
- Gestão da Integração do Projeto: O gerenciamento da integração do projeto inclui os processos e as atividades necessárias para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos e atividade de gerenciamento do projeto dentro dos grupos de processos de gerenciamento do projeto;

- Gerenciamento de Projeto: A aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos;
- Gerenciamento dos Custos do Projeto: O gerenciamento dos custos do projeto inclui os processos envolvidos em planejamento, estimativas, orçamentos, financiamentos, provisões, gerenciamento e controle dos custos, de modo que o projeto possa ser terminado dentro do orçamento aprovado;
- Gerenciamento do Cronograma do Projeto: O gerenciamento do cronograma do projeto inclui os processos necessários para gerenciar o término pontual do projeto;
- Gerenciamento do Escopo do Projeto: O gerenciamento do escopo do projeto inclui os processos necessários para assegurar que o projeto inclua todo o trabalho, e apenas o necessário, para que termine com sucesso;
- Gerenciar o engajamento das partes interessadas: O processo de se comunicar e trabalhar com as partes interessadas para atender suas necessidades e expectativas, lidar com questões e promover a participação das partes interessadas adequadas;
- Linha de base do escopo: composta pelo escopo do projeto e pela estrutura analítica do projeto, responsável por orientar a equipe em relação as entregas e o resultado esperado.

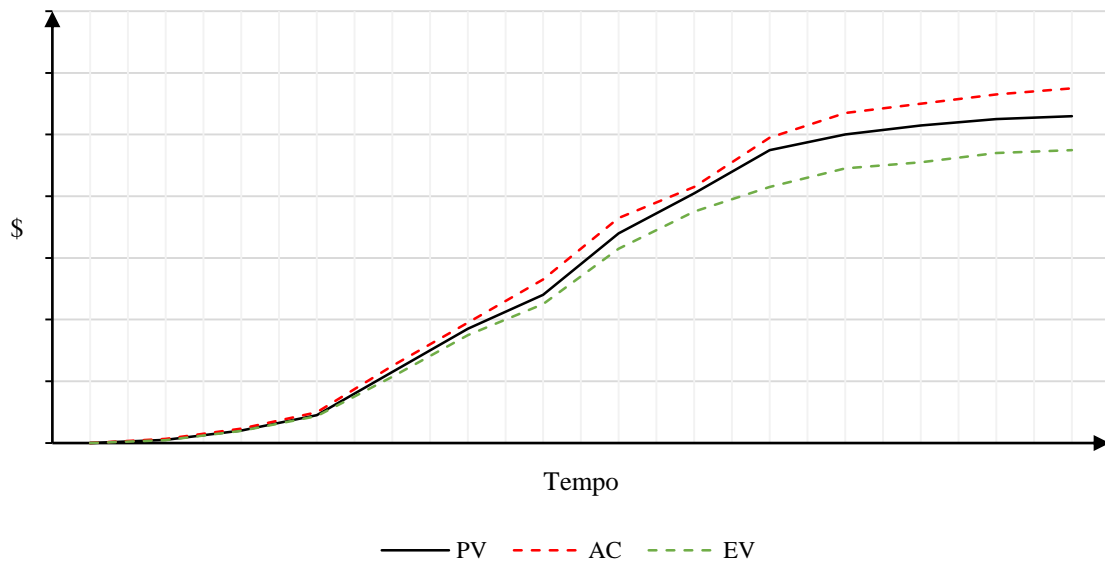
## 2.3 *Earned Value Management* (EVM – Gerenciamento do Valor Agregado)

### 2.3.1 Definição

Segundo o PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (2017), a análise pelo *Earned Value Management* (EVM – Gerenciamento do Valor Agregado) permite ao gestor de projeto comparar a linha de base da medição do desempenho com o cronograma real e o desempenho dos custos. A medição da quantidade de trabalho realmente desenvolvida se dá através de revisões de medições de custo e prazo, permitindo o acompanhamento do projeto por medições de progresso. Com tanto, o gestor pode realizar previsões do custo total do projeto e de sua data de conclusão, baseado nas análises de tendência dos seus indicadores.

Segundo LIPKE (2012), o EVM integra os conceitos de custo, prazo e desempenho técnico em unidades de custo. Os seus indicadores são derivados de três curvas S características, compondo as *baselines*, como mostrado na Figura 2-3 abaixo, sendo elas: *Planned Value* (PV – Valor Planejado: custo planejado calculado através das linhas de base), *Actual Cost* (AC – Custo Real: valor aplicado no projeto) e *Earned Value* (EV – Valor Agregado: representa o quanto, em termos monetários, foi agregado a conclusão do empreendimento).

Figura 2-3 - Exemplo das curvas S características do EVM



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

### 2.3.2 História

Em seu livro, FLEMMING (2010) indica que o conceito de valor agregado foi introduzido há mais de cem anos, no final do século dezenove, dividindo sua evolução em fases para facilitar o entendimento, aonde aqui são trazidas os últimos registros para contextualização:

- C/SCSC (1967 a 1996): Desenvolvido pelo Departamento de Defesa estadunidense (*Department of Defense – DoD*), introduziram-se os chamados Critérios dos Sistemas de Controle de Custo e Prazo (*Cost/Schedule Control Systems Criteria – C/SCSC*), incorporando o conceito de valor agregado na forma de 35 critérios impostos a qualquer contratante com fundos fornecidos pelo governo. Porém, a indústria privada não abraçou o conceito por completo, salvando algumas poucas exceções.
- *Earned Value Management* (EVM) – ANSI/EIA 748 (1996 até o presente): Com a ideia de que o conceito de valor agregado deveria ser mais amigável, os critérios estabelecidos foram submetidos a uma revisão objetivando tornar os mesmos mais compatíveis com as necessidades da indústria privada. A nova versão foi então chamada de *Earned Value Management System*, contendo 32 critérios sendo esses reescritos em um linguajar mais acessível. Termos como *Budgeted Costs for Work Scheduled* foram substituídos por *Planned Value*, por exemplo. A mudança importante foi na atitude durante o processo, incorporando a indústria privada pela

primeira vez na elaboração do sistema, adotando então o sistema não por ser uma imposição do governo, mas por representar uma ferramenta de boa prática viável podendo ser usada em qualquer projeto.

### 2.3.3 Dimensões de Desempenho

#### 2.3.3.1 *Planned Value* (PV – Valor Planejado)

O termo *Planned Value* é usado para referenciar os custos autorizados para executar as atividades do escopo, visando atender o prazo estabelecido no cronograma do mesmo (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

#### 2.3.3.2 *Actual Cost* (AC – Custo Real)

A expressão *Actual Cost* representa os custos realizados acumulados durante o processo de execução dos serviços dentro da EAP em um período de tempo definido. Sua composição é dada, geralmente, pelas horas de trabalho, custos diretos e custos indiretos (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

#### 2.3.3.3 *Earned Value* (EV – Valor Agregado)

O PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (2017) define *Earned Value* como a medição do trabalho desenvolvido expresso em termos de custo autorizado para aquela atividade.

#### 2.3.3.4 *Indicadores*

Os indicadores do sistema definidos são definidos e calculados da seguinte maneira (APM, 2008):

#### 2.3.3.5 *Schedule Variance* (\$) (SV – Variação de Prazo)

A variação do prazo é definida como o atraso, avanço ou acompanhamento do trabalho agregado ao projeto em relação ao planejado, calculado simplesmente pela diferença entre o valor agregado e o valor planejado, conforme a Equação 2-1 a seguir:

Equação 2-1 – *Schedule Variance* (\$) (SV)

$$SV = EV - PV$$

#### 2.3.3.6 *Cost Variance* (CV – Variação de Custo)

Similar à variação de prazo, a variação de custo é definida como o acréscimo, decréscimo ou acompanhamento do custo do projeto em relação ao executado. Seu cálculo é dado pela diferença entre o valor agregado e o custo atual, conforme a Equação 2-2 a seguir:

Equação 2-2 – *Cost Variance* (CV)

$$CV = EV - AC$$

#### 2.3.3.7 *Schedule Performance Index* (SPI – Índice de Desempenho em Prazo)

Responsável por prever a duração da atividade planejada determinando se o projeto está avançado, no prazo ou atrasado em qualquer ponto do tempo, o índice é calculado com informações em termos de custo e pode ser um indicador de problemas. Segue a Equação 2-3, utilizada para cálculo do mesmo:

Equação 2-3 – *Schedule Performance Index* (SPI)

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

A proporção assume valores maiores em situações onde mais trabalho foi desenvolvido em relação ao planejado. Por outro lado, assume valores menores quando menos trabalho foi feito em comparação ao planejado. Dessa forma, projetos com índices superiores a 1,0 apontam grande eficiência, em contraposição àqueles que apresentam índices inferiores a 1,0, sendo então ineficientes. Projetos que apresentem índices iguais a 1,0 apresentam desenvolvimento conforme o planejado.

#### 2.3.3.8 *Cost Performance Index* (CPI – Índice de Desempenho em Custo)

Similar ao SPI, é responsável por prever se os custos empregados no projeto estão sendo superiores, abaixo ou conforme o planejado em qualquer ponto do tempo. O índice também é calculado com informações em termos de custo e pode ser um indicador de problemas. A Equação 2-4, utilizada para seu cálculo, é apresentada abaixo:

Equação 2-4 – *Cost Performance Index* (CPI)

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

A proporção assume valores maiores em situações onde foi gasto mais do que o planejado. Opostamente, assume valores menores quando foi gasto menos do que o planejado.

Assim, projetos com índices superiores a 1,0 apontam que o projeto está custando menos que o orçado, enquanto os com índices inferiores a 1,0 indicam que o projeto está consumindo mais recursos que o planejado.

#### 2.3.3.9 *Independent Estimate at Completion* (IEAC – Estimativa Independente no Término)

A estimativa independente no término representa o prazo estimado, em relação ao desempenhado, para entrega do projeto. Seu cálculo se dá através da Equação 2-5, exposta a seguir, em função do orçamento no término:

Equação 2-5 – *Independent Estimate at Completion* (IEAC)

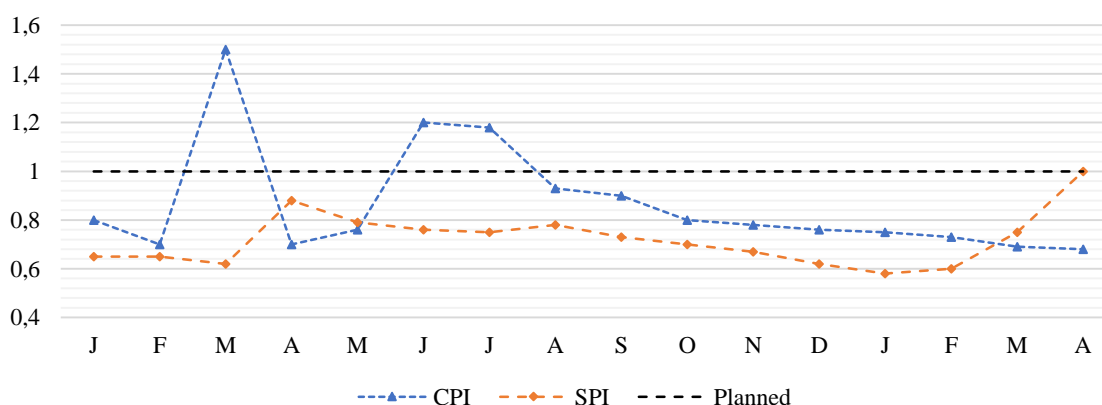
$$IEAC = \frac{PD}{SPI}$$

#### 2.3.4 Problemática

Segundo LIPKE (2012), a aplicação dos índices supracitados em gráficos, como o mostrado na Figura 2-4 a seguir, que demonstram tendências do desempenho de um projeto com prazo para conclusão em janeiro, mas concluindo em abril.

Para a APM (2010), o comportamento desses difere entre si, uma vez que o *Cost Performance Index* aparentemente estabelece tendências com alguma variação, enquanto o *Schedule Performance Index* apresenta comportamento similar inicialmente, mas alterar sua trajetória em direção ao seu resultado final: uma variação nula com um índice unitário. Esse comportamento ocorre em todo e qualquer projeto que apresente atrasos, independentemente do quão atrasado, trazendo erros de interpretação que enfraquecem a iniciativa de difundir a aplicação do sistema.

Figura 2-4 - Exemplo Índices de Desempenho pelo EVM (adaptado)



Fonte: LIPKE (2012)

## 2.4 *Earned Schedule* (ES – Prazo Agregado)

### 2.4.1 Justificativa

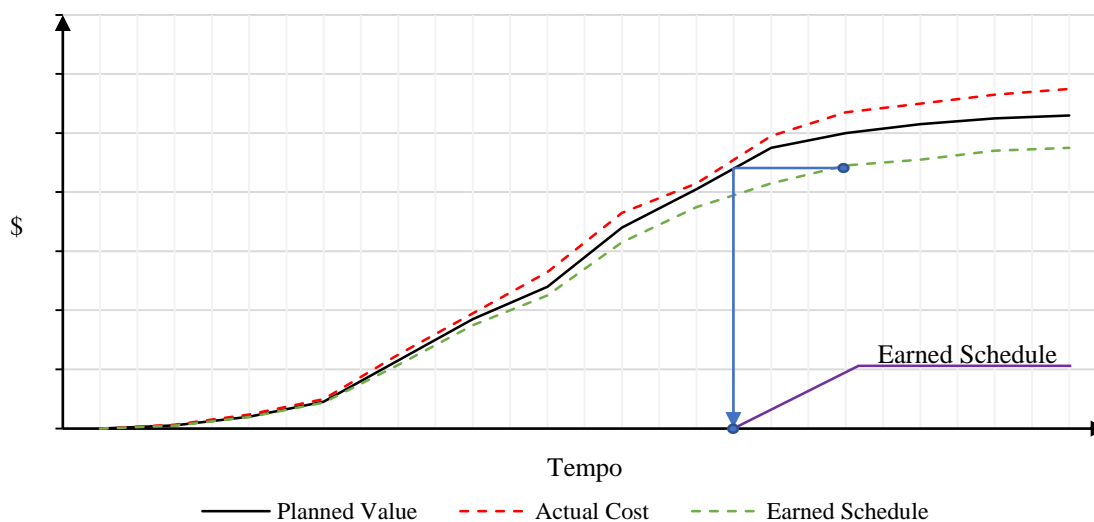
Dentre o conjunto de técnicas de análise de prazo, a escolha do *Earned Schedule* (ES – Prazo Agregado) se deu pelo fato de ser um conceito complementar do *Earned Value Management* (EVM – Gerenciamento do Valor Agregado), integrando custo, prazo e desempenho técnico. Enquanto o EVM mede o desempenho de prazo em termos de custo, o ES mede em unidades de tempo, sendo então mais fáceis de compreensão. Além disso, os indicadores da técnica apresentam um comportamento mais condizente com a realidade do que os do EVM. Por fim, mas não menos importante, por ser um subsistema do EVM, não exige informações adicionais para desenvolver a técnica (LIPKE, 2012).

### 2.4.2 Definição

Segundo LIPKE (2012), a ideia central do ES é análoga ao conceito do *Earned Value* (EV – Valor Agregado), porém, utiliza unidades de tempo em suas medições de desempenho com relação ao prazo. Seu foco é determinar em qual tempo cada valor agregado deveria ter ocorrido, ou seja, o tempo associado ao ponto de valor planejado, sendo esse igual ao valor agregado.

Dessa forma, o prazo agregado é calculado através da soma do período aonde o valor se encontra com a fração, quando existente, dentro do mesmo período, sendo essa fração a porção do EV que avança dentro do período incompleto dividido pelo *Planned Value* (PV – Valor Planejado) total do mesmo período. O Figura 2-5 abaixo exemplifica como identificar o ES.

Figura 2-5 - Exemplo de Identificação Gráfica do ES



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

### 2.4.3 Indicadores

Os indicadores do sistema definidos são definidos e calculados da seguinte maneira (LIPKE, 2012):

#### 2.4.3.1 *Schedule Variance (time)* (SV (t) – Variação do Prazo)

A variação do prazo é definida de forma análoga aos indicadores do *Earned Value Management*, indicando o atraso, avanço ou acompanhamento do prazo do projeto em relação ao período atual, calculado simplesmente pela diferença entre o *Earned Schedule* e o *Actual Time*, conforme a Equação 2-6 a seguir:

Equação 2-6 – *Schedule Variance (time)* (VPR (t))

$$VPR(t) = ES - AT$$

#### 2.4.3.2 *Schedule Performance Index (time)* (SPI (t) – Índice de Desempenho em Prazo)

Responsável por prever a duração da atividade planejada determinando se o projeto está avançado, no prazo ou atrasado em qualquer ponto do tempo, o índice é calculado com informações em termos de tempo e pode ser um indicador de problemas no cronograma. Segue a Equação 2-7, utilizada para cálculo do mesmo, em relação ao *Actual Time* (AT):

Equação 2-7 – *Schedule Performance Index (time)* (SPI (t))

$$SPI(t) = \frac{ES}{AT}$$

A proporção assume valores maiores em situações onde mais trabalho foi desenvolvido em relação ao planejado. Por outro lado, assume valores menores quando menos trabalho foi feito em comparação ao planejado. Dessa forma, projetos com índices superiores a 1,0 apontam grande eficiência, em contraposição àqueles que apresentam índices inferiores a 1,0, sendo então ineficientes. Projetos que apresentem índices iguais a 1,0 apresentam desenvolvimento conforme o planejado.

#### 2.4.3.3 *Independent Estimate at Completion* (IEAC (t) – Estimativa Independente no Término)

A previsão de duração apresenta o prazo estimado, em relação ao desempenhado, para entrega do projeto. Seu cálculo se dá através da Equação 2-8, exposta a seguir, em função da duração planejada (DP):



Equação 2-8 – *Independent Estimate at Completion* (IEAC (t))

$$IEAC(t) = \frac{PD}{SPI(t)}$$

#### 2.4.3.4 *To Complete Schedule Performance Index* (TSPI – Índice de Desempenho em Prazo para Término)

O indicador proporciona a eficiência necessária em termos de prazo para a conclusão do projeto visando uma duração definida.

O índice é calculado através da Equação 2-9:

Equação 2-9 – *To Complete Schedule Performance Index* (TSPI)

$$TSPI = (PD - ES)/(ED - AT)$$

Sendo o resultado da equação acima valores abaixo de 1,00, isso indica que o prazo desejado (ED) é alcançável, considerando a duração planejada (PD). Porém, apresentando valores acima de 1,10, o indicador determina que a meta não é possível. Para valores entre 1,00 e 1,10, entende-se que o objetivo é possível, mas que intervenções são necessárias para atingir o prazo visado.

## 2.5 Resumo

Apresentados todos os índices do EVM e do ES e sob posse das linhas de base de medição de desempenho, foram concebidos esforços para sintetizar o volume de informações acerca dos indicadores expostos, concentrando-os em uma única tabela. Dessa forma, facilitando o entendimento, sugere-se que a leitura do trabalho seja acompanhada da Tabela 2-3 a seguir.

Tabela 2-3 - Resumo das Equações dos Indicadores do EVM e do ES

Sistema	Indicador	Abreviação	Interpretação	Equação
EVM	Earned Value	EV	Medição do trabalho desenvolvido expresso em termos de custo autorizado	$EV = \text{valor planejado do trabalho concluído}$
	Schedule Variance (\$)	SV	Atraso (< 0), avanço (> 0) ou conforme planejado (= 0) em termos de prazo	$SV = EV - PV$
	Cost Variance	CV	Acréscimo (> 0), decréscimo (< 0) ou conforme planejado (= 0) em termos de custo	$CV = EV - AC$
	Schedule Performance Index	SPI	Mais rápido (> 1,00), mais lento (< 1,00) ou dentro do planejado (= 1,00) em termos de desempenho de prazo	$SPI = \frac{EV}{PV}$
	Cost Performance Index	CPI	Menos custoso (> 1,00), mais custoso (< 1,00) ou dentro do planejado (= 1,00) em termos de desempenho de custo	$CPI = \frac{EV}{AC}$
	Independent Estimate At Completion	IEAC	Indica a previsão de duração total do projeto	$IEAC = \frac{PD}{SPI}$
ES	Earned Schedule	ES	Determina em qual tempo cada valor agregado deveria ter ocorrido	$ES = \text{prazo planejado do trabalho concluído}$
	Schedule Variance (t)	SV (t)	Atraso (< 0), avanço (> 0) ou conforme planejado (= 0) em termos de prazo	$SV (t) = ES - AT$
	Schedule Performance Index (t)	SPI (t)	Mais rápido (> 1,00), mais lento (< 1,00) ou dentro do planejado (= 1,00) em termos de desempenho de prazo	$SPI (t) = \frac{ES}{AT}$
	Independent Estimate At Completion (t)	IEAC (t)	Indica a previsão de duração total do projeto	$IEAC (t) = \frac{PD}{SPI (t)}$
	To Complete Schedule Performance Index	TSPI	Necessidade de ser mais rápido (> 1,00), mais lento (< 1,00) ou dentro do planejado (= 1,00) em termos de desempenho de prazo para atingir a duração desejada	$TSPI = \frac{(PD - ES)}{(ED - AT)}$

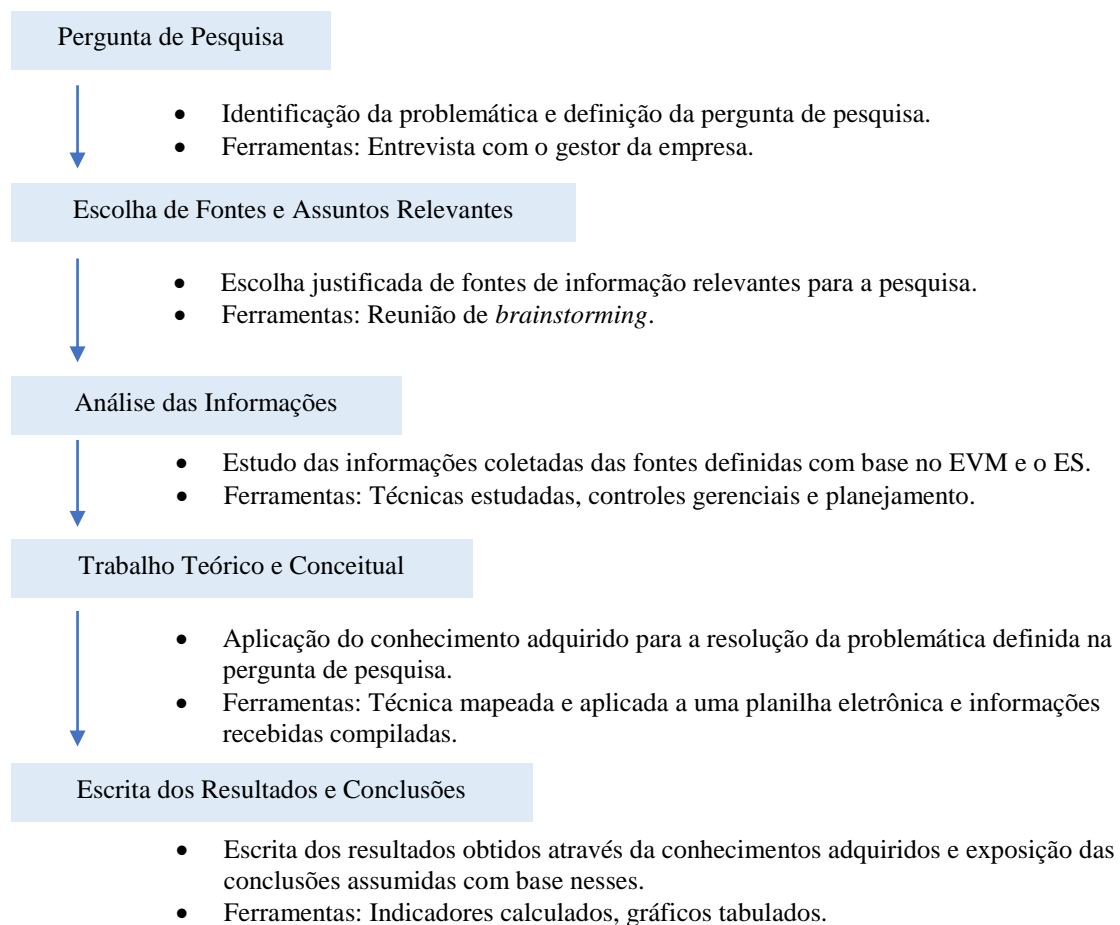
### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Etapas

De acordo com as definições expostas acima, este trabalho foi classificado como uma pesquisa de abordagem qualitativa, devido buscar explicar o porquê dos resultados e não quantificar em valores os mesmos; de natureza aplicada, por ter o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos, com objetivos de pesquisa investigativos, visto que procura estudar e investigar o comportamento dos indicadores de prazo de ambas as técnicas; e por fim, utiliza o procedimento técnico de um estudo de caso, porque através da análise e acompanhamento da implantação de um complexo eólico, visa atingir seu objetivo e objetivos específicos.

A metodologia foi executada conforme o seguinte processo, exposto na Figura 3-1.

Figura 3-1 - Processo metodológico (adaptado)



Fonte: BRYMAN (2008)

Todas as etapas são esclarecidas nos próximos tópicos do trabalho.

## **3.2 Pergunta de Pesquisa**

Por movimentar quantias significativas, a gestão do desempenho de projetos desse porte é peça fundamental para qualquer empresa do ramo. Das ferramentas disponíveis, a escolhida pela responsável pelo projeto estudado nesse trabalho foi o EVM, controlando o desempenho em termos de custo e prazo. Porém, no tocante ao prazo, surgiram dentro da empresa questionamentos acerca da eficiência dos indicadores fornecidos pelo método, principalmente ao considerar o seu comportamento em períodos de atraso em que a obra se encontra em andamento após seu prazo definido para conclusão, exigindo replanejamentos contínuos por parte do responsável. Buscando a solução para a dificuldade encontrada, esse trabalho estuda a aplicação do ES, ponderando sua valia no controle do desempenho do prazo. A escolha do ES se deu pelo fato desse assumir um comportamento em que atua como uma ponte entre o EVM e o cronograma, uma vez que é baseado em valores de tempo, diferente do EVM, o qual é alimentado por valores monetários, além de ser um conceito complementar desse.

## **3.3 Seleção de Assuntos e Fontes Relevantes**

### **3.3.1 Empresa Responsável pela Execução**

Para coletar os dados relacionados com a aplicação do EVM e do ES, foi entrado em contato com uma empresa aonde o autor realizou estágio. Voltada para o setor de infraestrutura, a empresa possui sede em Concórdia - SC, com filial em Florianópolis. Com mais de 1.000 funcionários envolvidos em sua história, possui certificado de Sistema de Gestão da Qualidade e tem como missão construir obras de engenharia com excelência.

Fundada nos anos 80, seu objetivo inicial era executar projetos e serviços de engenharia, topografia e agrimensura. Anos depois, passa a executar a administração e construção de condomínios na região de Concórdia – SC, entrando também no segmento de empreitada de edificações (hotéis e edifícios comerciais) e, posteriormente, também na execução de obras públicas. Já nos anos 90, começa a atuar também em obras industriais e, mais tarde, em obras de infraestrutura, atuando em reservatórios de hidrelétricas, estradas, pontes e viadutos.

Entrando nos anos 2000, a empresa pela primeira vez atua sozinha em obras no segmento de geração de energia, em parceria com outras grandes do mercado. Em 2011, recebe a certificação ISO 9001, reconhecendo a eficácia do Sistema de Gestão da Qualidade implantado em suas obras. Em 2012, então, a empresa resolve adentrar ao mercado das energias solar e eólica, construindo complexos eólicos e fazendas fotovoltaicas. Eleita entre as Melhores Empresas em Gestão de Pessoas pela revista Valor, em 2015, teve reconhecida a valorização dos colaboradores, suas necessidades e expectativas de crescimento.

Dessa forma, pelo fato de ter tido a oportunidade de participar da empresa e por essa já ter alguns anos de experiência dentro do setor, foi então escolhida como fonte para a busca por informações de empreendimentos do setor, possibilitando a aplicação dos métodos de gestão.

### 3.3.2 Descrição do Empreendimento Estudado

#### 3.3.2.1 Informações

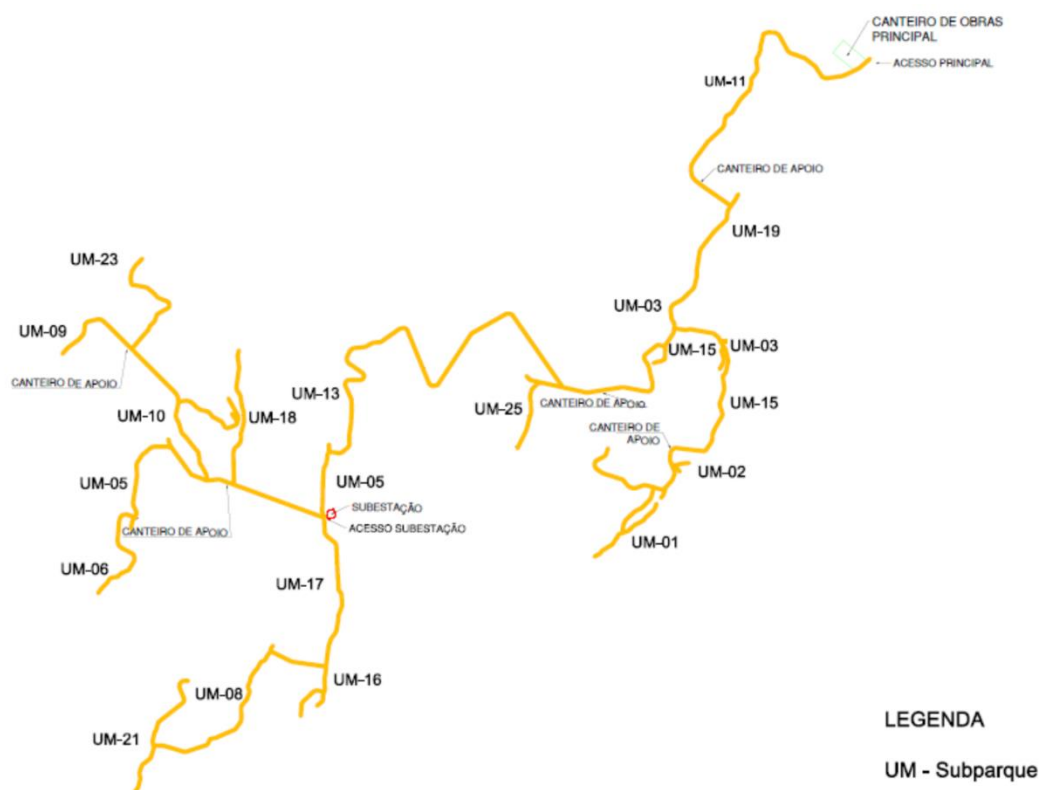
Com início em agosto de 2017, a coleta dos dados se deu 13 meses após o seu início, já apresentando 80,22% de avanço físico real. Por razões que serão apresentadas a seguir, cenários foram montados aonde o projeto seria entregue em atraso.

O complexo eólico estudado nesse trabalho abrange dezoito subparques, onde cada um deles é formado por um número de bases de aerogeradores, totalizando 144 aerogeradores. O arranjo do complexo eólico é mostrado na Figura 3-2.

O complexo eólico alcançará 360 MW de capacidade instalada, prevendo um período estimado para a entrega do empreendimento de 21 meses.

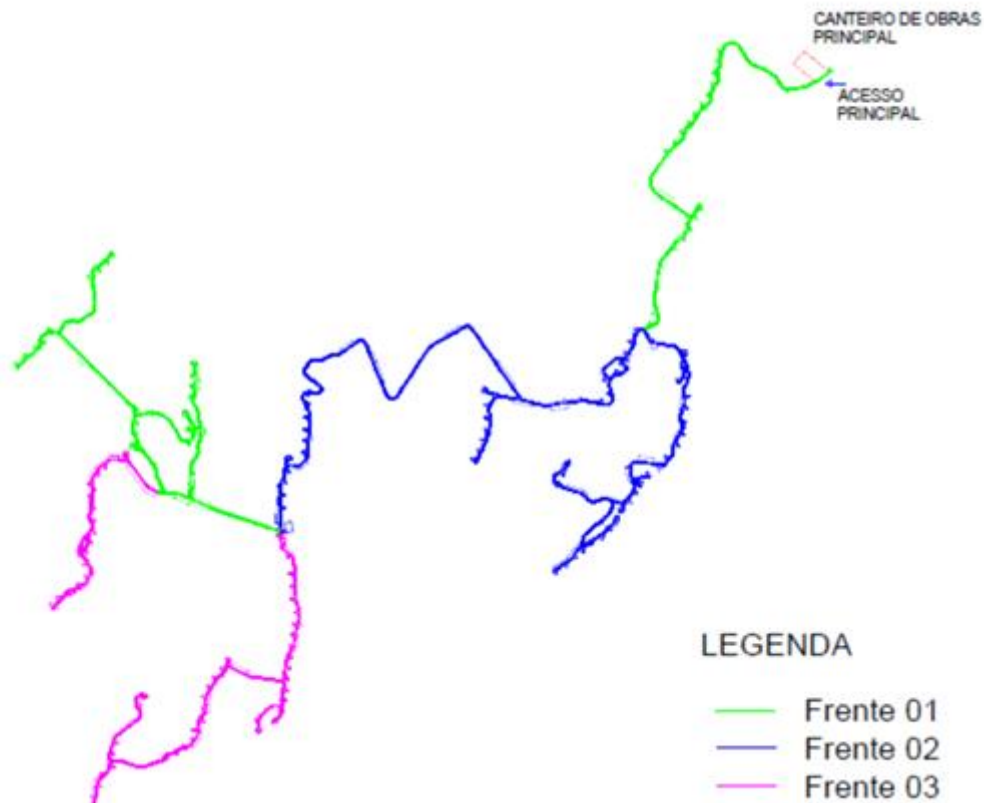
A execução está sendo realizada em três frentes de trabalho, além das complementares, aonde cada uma possuirá um engenheiro responsável e a equipe de obra específica. Essas são expostas na Figura 3-3 a seguir.

Figura 3-2 - Arranjo do Complexo Eólico



Fonte: Empresa responsável pela execução

Figura 3-3 - Planta de Localização do Complexo Eólico



Fonte: Empresa responsável pela execução

A frente 01, 02 e 03 representam 26%, 25% e 27% do empreendimento, respectivamente, sendo responsáveis pelos seguintes serviços:

- Acessos: Remoção da camada vegetal, terraplenagem, pavimentação e drenagem superficial;
- Fundações: Escavação, concretagem de regularização, montagem do *anchor cage*, montagem da armação, concretagem estrutural, reaterro e aterramento externo;
- Plataformas: pavimentação.

Por fim, as obras complementares representam 22% do empreendimento e são serviços de apoio aos anteriores, executados em todas as três frentes da obra. São eles:

- Implantação da obra: Canteiro de obras (escritórios, oficinas, almoxarifado, central de concreto, refeitório);
- Serviços preliminares: Abertura de picadas e levantamento topográfico;

- Acessos: Supressão vegetal manual, supressão vegetal mecanizada e drenagem superficial;
- Fundações: Sondagem.

No Anexo B – Registros Fotográficos da Obra podemos visualizar todas as etapas citadas acima, além de imagens aéreas de um dos parques eólicos do empreendimento.

### 3.3.2.2 *Work Breakdown Structure* (WBS – Estrutura Analítica do Projeto)

Com tanto, foi elaborada a estrutura analítica do projeto das obras civis do complexo eólico em estudo, visando compreender melhor a subdivisão do empreendimento e as suas fases de execução. Essa é apresentada no Apêndice A – *Work Breakdown Structure* das Obras Civis do Complexo Eólico.

### 3.3.2.3 *Planejamento e Medições*

A empresa responsável pela execução do empreendimento disponibilizou a planilha de controle gerencial que apresenta os valores planejados e os avanços físicos medidos da execução.

Friso que as informações citadas não foram fornecidas em níveis de detalhamento que alcancem as atividades planejadas em cronograma para a obra. Para melhor visualização, a planilha fornecida encontra-se neste trabalho no Anexo A – *Planned Values* e *Actual Physical Progress*.

## 3.4 **Análise das Informações**

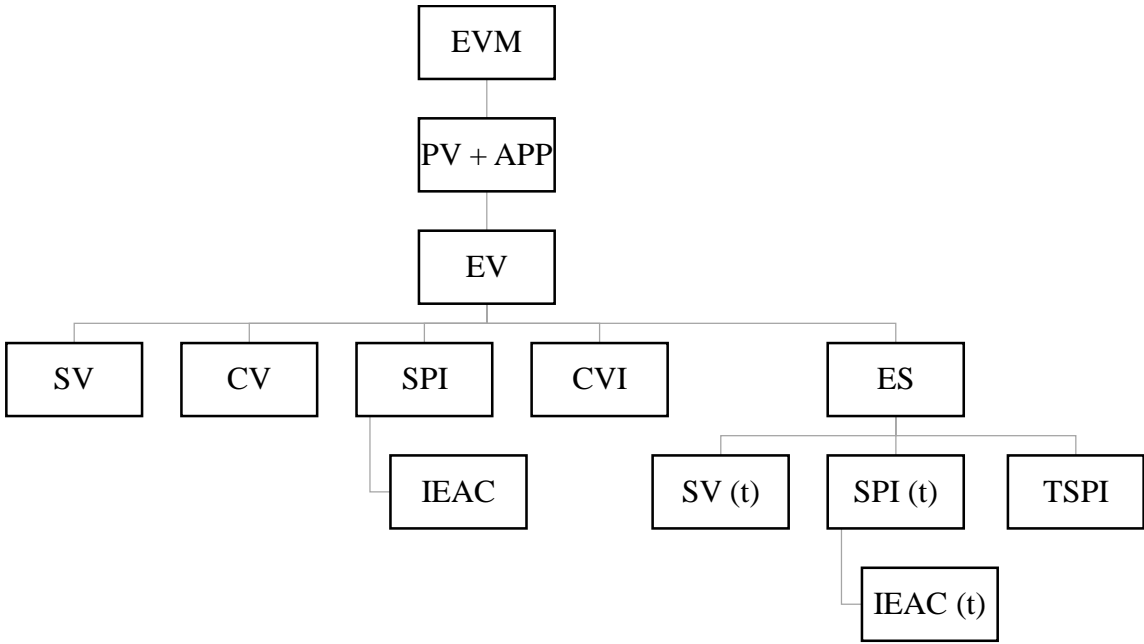
Em primeira instância, nota-se que o acompanhamento do progresso do projeto foi realizado mensalmente, o que proporciona uma frequência aceitável de medições e controle do desempenho do mesmo, respeitando a proporção do empreendimento, para aplicação em ambos os métodos.

Porém, as informações fornecidas não atingem níveis de detalhamento que alcancem as atividades individuais apontadas na Estrutura Analítica de Projeto, presente no Apêndice A – *Work Breakdown Structure* das Obras Civis do Complexo Eólico. Dessa forma, a aplicação do ES não pode ser executada em níveis maiores do que um simples acompanhamento geral do desempenho do projeto como um todo. Isso significa que em pontos aonde os indicadores apontem desvios do planejado, as intervenções a serem tomadas não poderão ser estudadas nesse trabalho.

### 3.5 Trabalho Teórico e Conceitual

A fim de facilitar a compreensão do procedimento de cálculo, foi elaborado o seguinte fluxograma, exposto na figura, apontando a ordem de execução dos cálculos e as dependências entre os indicadores.

Figura 3-4 - Fluxograma do procedimento de cálculo



#### Siglas

EVM	<i>Earned Value Management</i> – Gerenciamento do Valor Agregado
PV	<i>Planned Value</i> – Valor Planejado
APP	<i>Actual Physical Progress</i> – Avanço Físico Real
EV	<i>Earned Value</i> – Valor Agregado
SV	<i>Schedule Variance</i> – Variação do Prazo
CV	<i>Cost Variance</i> – Variação do Custo
SPI	<i>Schedule Performance Index</i> – Índice de Desempenho em Prazo
CVI	<i>Cost Performance Index</i> – Índice de Desempenho em Custo
IEAC	<i>Independent Estimate at Completion</i> – Estimativa Independente no Término
ES	<i>Earned Schedule</i> – Prazo Agregado

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).



Com os valores planejados e as medições de avanço físico fornecidos, conforme exposto no Anexo A – Planned Values e Actual Physical **Progress**, foi então calculado o EV do empreendimento mensalmente.

Abaixo, o procedimento de cálculo é apresentado, sendo esse referente ao mês de julho de 2018.

Segundo as informações fornecidas pela empresa, presentes no Apêndice A (os valores apresentados encontram-se arredondados, visando facilitar a visualização), temos a Tabela 3-1 a seguir:

Tabela 3-1 - Valores fornecidos para os meses de Junho, Julho e Agosto de 2018

Parâmetros	Sigla	Jun/18	Jul/18	Ago/18
Planned Value	PV	103.509.953	119.166.070	133.457.145
Planned Physical Progress	PPP	62,73%	75,47%	87,85%
Actual Physical Progress	APP	54,32%	66,20%	80,22%
Actual Cost	AC	86.443.033	105.238.286	123.889.821

Fonte: Empresa responsável pelo projeto (2018).

Então, temos:

$$PPP(\text{jun}/18) < APP(\text{jul}/18) < PPP(\text{jul}/18)$$

$$62,73\% < 66,20\% < 75,47\%$$

Isso significa que nosso valor agregado ao projeto está atrasado, sendo presente entre os meses de junho e julho. Para sua mensuração, foi realizada uma proporção entre os valores planejados e os reais, resultando no seguinte cálculo:

- *Earned Value* (EV – Valor Agregado):

$$119.166.070 - 75,47\%$$

$$EV - 66,20\%$$

$$103.509.953 - 62,73\%$$

$$EV = 119.116.070 - \frac{75,47\% - 66,20\%}{75,47\% - 62,73\%} \cdot (119.166.070 - 103.509.953)$$

$$EV = 107.774.588$$

Com o valor agregado em mãos, calcularam-se então os indicadores, conforme exposto a seguir, seguindo o mesmo mês de referência como exemplo:

- *Schedule Variance* (SV – Variação do Prazo):

$$SV = EV - PV$$

$$SV = 107.774.588 - 119.166.070$$

$$SV = -11.391.481$$

- *Cost Variance* (CV – Variação do Custo):

$$CV = EV - AC$$

$$CV = 107.774.588 - 105.238.286$$

$$CV = 2.536.302$$

- *Schedule Performance Index* (SPI – Índice de Desempenho em Prazo):

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

$$SPI = \frac{107.774.588}{119.166.070}$$

$$SPI = 0,90$$

- *Cost Performance Index* (CPI – Índice de Desempenho em Custo):

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

$$CPI = \frac{107.774.588}{105.238.286}$$

$$CPI = 1,02$$

- *Independent Estimate at Completion* (IEAC – Estimativa Independente no Término):

$$IEAC = \frac{PD}{SPI}$$

$$IEAC = \frac{21}{0,90}$$

$$IEAC = 23,33$$

Determinados então os valores agregados e todos os índices referentes aos meses cujas informações foram fornecidas, iniciou-se então o cálculo do *Earned Schedule* e seus índices.

Segundo as informações fornecidas pela empresa e os cálculos de valor agregado, temos a seguinte situação para o mesmo mês de referência utilizado anteriormente:

$$PV (\text{jun}/18) < EV (\text{jul}/18) < PV (\text{jul}/18)$$

$$103.509.953 < 107.774.588 < 119.166.070$$

Isso significa que nosso prazo agregado ao projeto está atrasado, sendo presente entre os meses de junho e julho. Para sua mensuração, foi realizada uma proporção entre os valores planejados e o valor agregado, resultando no seguinte cálculo:

- *Earned Schedule* (ES – Prazo Agregado):

Sendo junho o 11º mês de obra e julho, consequentemente, o 12º, temos:

$$119.166.070 - 12^{\circ} \text{ mês}$$

$$107.774.588 - ES$$

$$103.509.953 - 11^{\circ} \text{ mês}$$

$$ES = 12 - \frac{119.166.070 - 107.774.588}{119.166.070 - 103.509.953} \cdot (12 - 11)$$

$$ES = 11,27$$

Com o prazo agregado em mãos, calcularam-se então os indicadores, conforme exposto a seguir seguindo o mesmo mês de referência como exemplo:

- *Schedule Variance* (SV (t) – Variação de Prazo):

$$SV (t) = ES - AT$$

$$SV (t) = 11,27 - 12$$

$$SV (t) = -0,73$$

Sendo AT o período de referência (julho de 2018, 12º mês).

- *Schedule Performance Index* (SPI (t) – Índice de Desempenho em Prazo):

$$SPI (t) = \frac{ES}{AT}$$

$$SPI (t) = \frac{11,27}{12}$$

$$SPI (t) = 0,94$$

- *Independent Estimate at Completion (time)* (IEAC (t) – Estimativa Independente no Término):

$$IEAC(t) = \frac{PD}{SPI(t)}$$

$$IEAC(t) = \frac{21}{0,94}$$

$$IEAC(t) = 22,34$$

- *To Complete Schedule Performance Index* (TSPI – Índice de Desempenho em Prazo para Término):

$$TSPI = \frac{PD - ES}{ED - AT}$$

Sendo ED a duração total desejada (21 meses):

$$TSPI = \frac{21 - 11,27}{21 - 12}$$

$$TSPI = 1,08$$

Por fim, foi elaborado um cenário hipotético aonde valores de avanços físicos e custos reais foram estipulados para que os mesmos índices exemplificados acima fossem calculados em situações de atraso, após a data prevista para entrega. Isso se justifica para que o comportamento no EVM pudesse ser apresentado e para que a adequação do mesmo pelo ES fosse evidenciada.

### 3.6 Escrita das Descobertas e Conclusões

Executando os cálculos apresentados anteriormente em todos os meses do projeto, tanto os medidos quanto os apresentados no cenário hipotético, temos como resultado uma série de gráficos que expõe tendências de desempenho e desvios com relação ao planejado. Tais gráficos e interpretações são apresentados nos capítulos seguintes.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

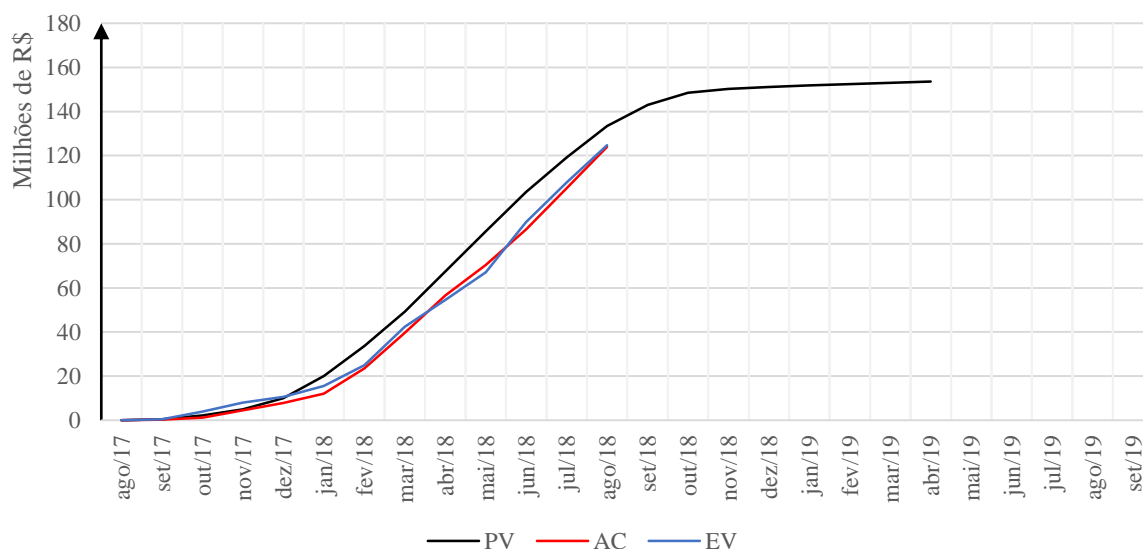
### 4.1 Exposição dos Resultados

Dentro do cenário real, utilizando as informações fornecidas pela responsável pela execução disponíveis no Apêndice B – Planilha de Cálculos, na Tabela APB-1, e aplicando os conceitos apresentados nos capítulos 2.2 a respeito do *Earned Value Management* (EVM – Gerenciamento do Valor Agregado), geraram-se os resultados apresentados a seguir.

Aplicando as informações apresentadas, produziram-se os dados de valores agregados do projeto através do EVM, presentes na Tabela APB-2. Baseado nesses, foi então elaborado o gráfico apresentado na Figura 4-1, expondo as informações produzidas de forma a facilitar o seu entendimento. Sendo assim, essa mostra as três curvas S características do EVM: a curva de valor planejado, de custo atual e de valor agregado. É através dessas informações que se torna possível a aplicação integral do EVM, representando o desempenho do empreendimento em termos de custo e prazo, em referência ao planejado.

O deslocamento da curva de custo em relação ao planejado representa, quando acima dessa, que o projeto recebeu mais investimentos que o previsto e, em oposição, quando abaixo da curva do planejado, que foi investido menos recursos do que o planejado nesse. Para a curva de valor agregado, quando se encontra acima da curva do planejado, significa que o avanço da obra está adiantado em relação ao previsto, ao passo que, quando abaixo da curva do planejado, representa que o empreendimento apresenta menos serviços concluídos em comparação ao esperado.

Figura 4-1 - Curvas S Características do EVM



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

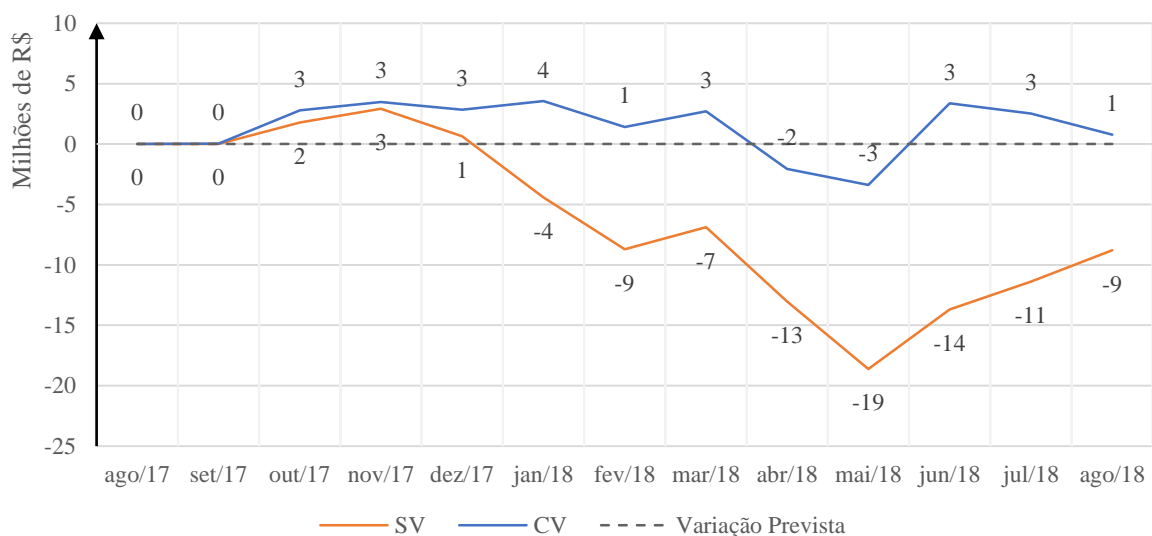
Por exemplo, observando ainda a Figura 4-1 no mês de junho, as curvas de custo e de valor agregado encontram-se abaixo do planejado, indicando que a obra se encontrava atrasada. Ressalva-se também que, como observamos no gráfico, o fato dessas curvas acompanharem o ritmo entre si indica que o projeto está atrasado, mas não mais custoso que o planejado.

Através dos valores que alimentam as curvas características, foram geradas as variações de custo e de prazo indicadas pelo EVM. Seus valores são apresentados na Tabela APB-2 e, com bases nesses, foi gerado o gráfico presente na Figura 4-2, facilitando sua interpretação. Dessa forma, o gráfico nos apresenta as curvas de *Cost Variance* (VC – Variação do Custo) e de *Schedule Variance* (SV – Variação do Prazo) em relação ao planejado, mostrando o quão afastado do planejado o projeto se encontra em ambos os quesitos.

Sabendo que variações nulas significam que o projeto se encontra dentro do planejado, entendemos que quando as curvas apresentam valores positivos o empreendimento está gastando mais (CV) ou está mais adiantado (SV) que o planejado. Em antemão, ao apresentar valores negativos, assume-se que esse está sendo gasto menos que o planejado (CV) ou que está atrasado (SV) em relação ao planejado.

Assim, ao analisarmos a curva CV apresentada no gráfico, entendemos que, dentro de alguma variação, os custos do projeto estão sempre próximos do planejado. Porém, ao olharmos para a curva SV, percebe-se claramente um crescente no desvio de prazo a partir de janeiro de 2018, assumindo valores negativos, e esboçando recuperação a partir de maio de 2018, mas ainda indicando o atraso do projeto.

Figura 4-2 - Variações de Custo e de Prazo gerados pelo EVM

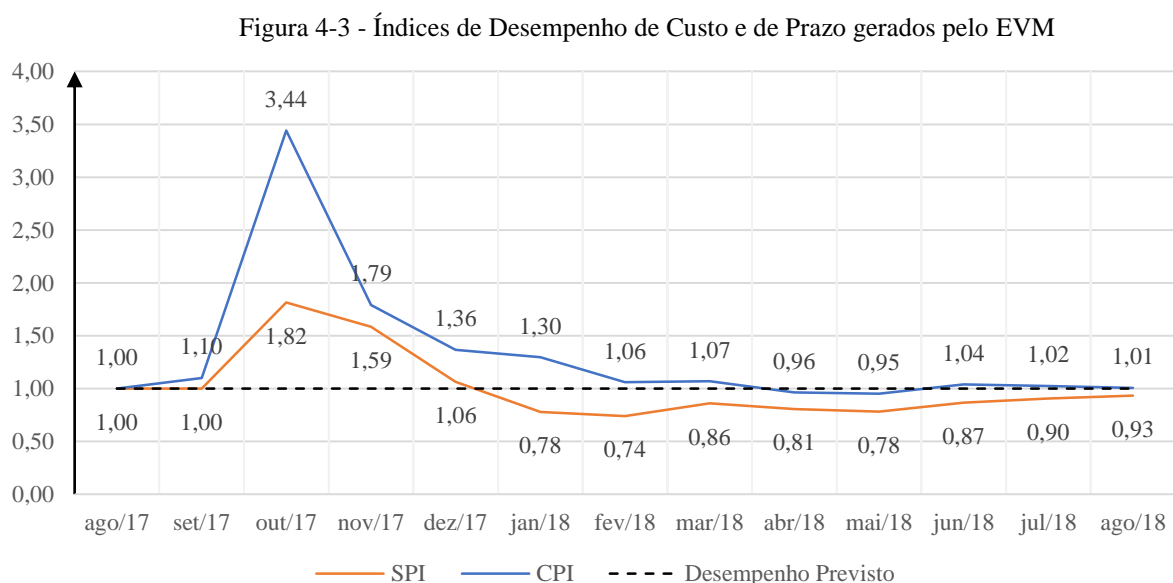


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Ainda se apropriando das informações produzidas apresentadas na Figura 4-1, calcularam-se os índices de desempenho pelo EVM. Com as informações produzidas, expostas na Tabela APB-2, foi então tabulado o gráfico apresentado na Figura 4-3, favorecendo a compreensão dessas. Sendo assim, o gráfico apresenta as curvas que mostram o *Cost Performance Index* (CPI – Índice de Desempenho em Custo) e o *Schedule Performance Index* (SPI – Índice de Desempenho em Prazo). Suas informações permitem analisar a tendência do projeto, bem como realizar previsões.

Interpreta-se então que, para ambos os índices, ao assumir valores superiores a 1,00, o projeto está tendo um desempenho melhor que o esperado, sendo menos custoso (CPI) e mais rápido (SPI). Em contrapartida, assumindo valores inferiores a 1,00, o projeto está mostrando um desempenho pior que o esperado, sendo mais custoso (CPI) ou atrasado (SPI). Dessa forma, entende-se que ao assumir valores iguais a 1,00 o projeto está se comportando conforme o planejado. Junto a isso, podem-se perceber as tendências do desempenho conforme as curvas.

Como exemplo, no gráfico registram-se valores abaixo de 1,00 a partir de janeiro de 2018 para o SPI, indicando que o projeto está desempenhando menos que o planejado, porém, percebe-se uma aproximação do índice ao longo do tempo, indicando uma tendência de recuperação. Além disso, observam-se dois valores discrepantes à curva no mês de outubro de 2017 (CPI = 3,44 e SPI = 1,82), indicando que algum fato ocorreu fora do planejado e que isso trará impactos posteriores ao planejado do projeto. Por exemplo, a existência de uma negociação barateando os custos de alguma atividade ou material necessário à obra, transferindo recursos no tempo por conta da forma de pagamento.

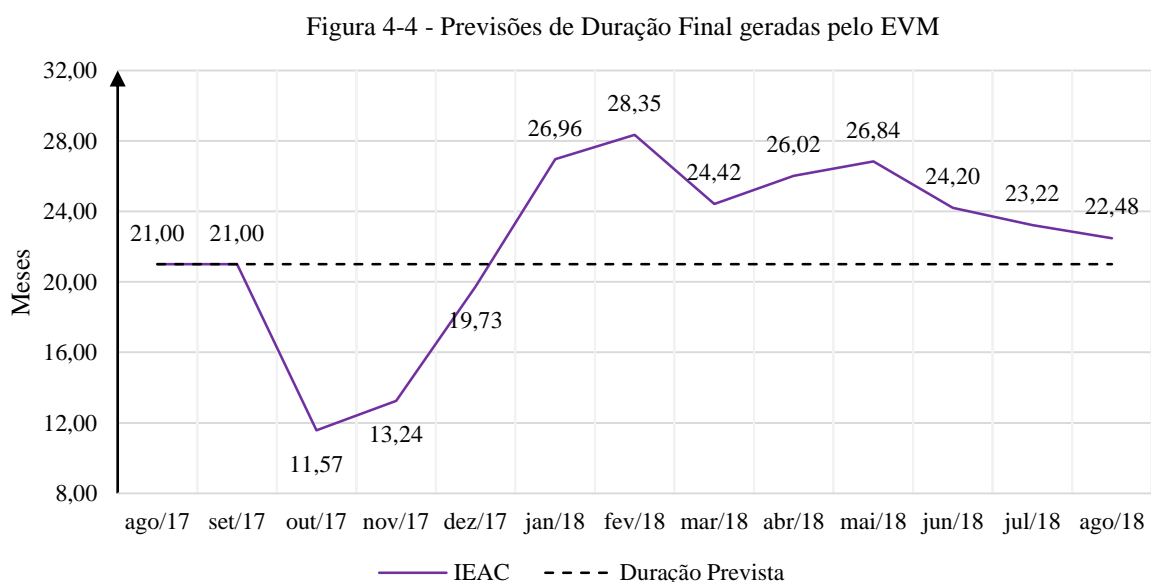


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Com base no índice de desempenho de prazo gerado pelo EVM exposto na Tabela APB-2 e no prazo determinado inicialmente para entrega do projeto apresentado no capítulo 3.3.3.1, foram calculadas as previsões de duração final geradas pelo EVM. Expostas na Tabela APB-2, foram base para a elaboração do gráfico exposto na Figura 4-4, mostrando as previsões de entrega do empreendimento conforme o seu desempenho.

O gráfico nos permite acompanhar as previsões de duração final ao longo do tempo, entendendo que para valores acima do planejado (21 meses), a obra será entregue em atraso e, para valores abaixo do planejado, a obra será concluída antecipadamente.

Assim, com base no gráfico, podemos perceber que a previsão calculada no último mês cujas medições foram recebidas é de 22,48 meses. Isso significa que o projeto, mantendo o desempenho calculado até então, será entregue com atraso de um mês e meio, aproximadamente.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

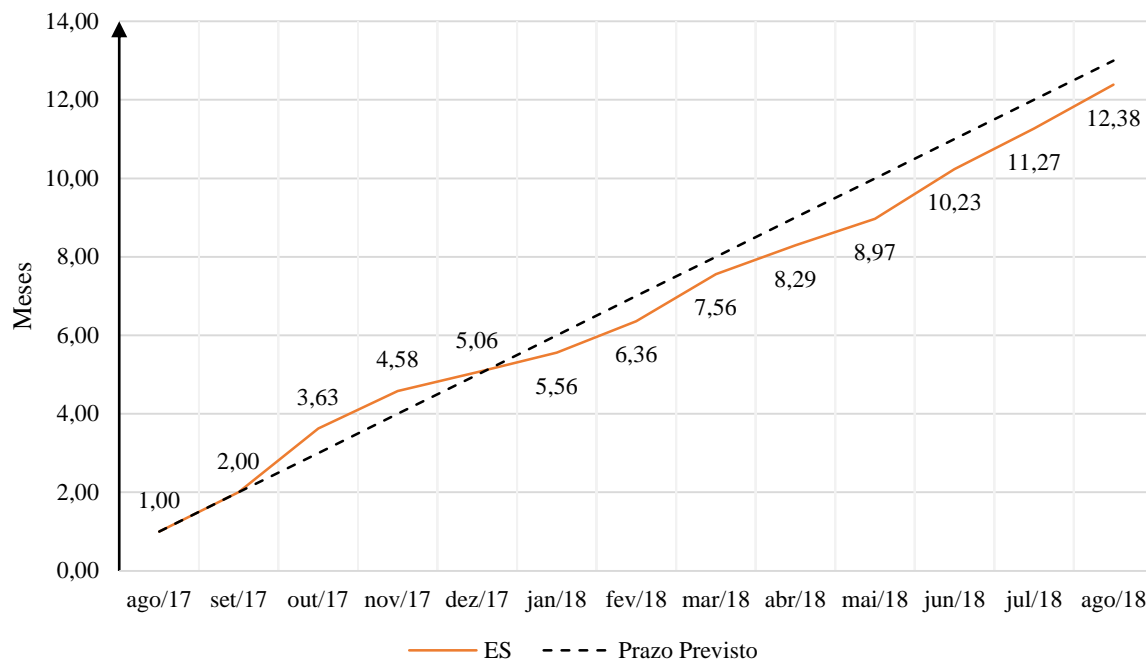
Sequencialmente, ainda dentro do cenário real, utilizando as informações fornecidas pela responsável pela execução disponíveis no Apêndice B – Planilha de Cálculos, na Tabela APB-1, os resultados expostos anteriormente acerca do EVM disponíveis na Tabela APB-2 e aplicando os conceitos apresentados nos capítulos 2.3 a respeito do *Earned Schedule* (ES – Prazo Agregado), geraram-se os resultados apresentados a seguir.

Aplicando as informações citadas, produziram-se os dados de prazos agregados do projeto através do ES, presentes na Tabela APB-3. Baseado nesses, foi então elaborado o gráfico apresentado na Figura 4-5, expondo as informações produzidas de forma a facilitar o



seu entendimento. Sendo assim, esse mostra a curva gerada para o ES em comparação ao planejado.

Figura 4-5 - Prazo Agregado (ES)



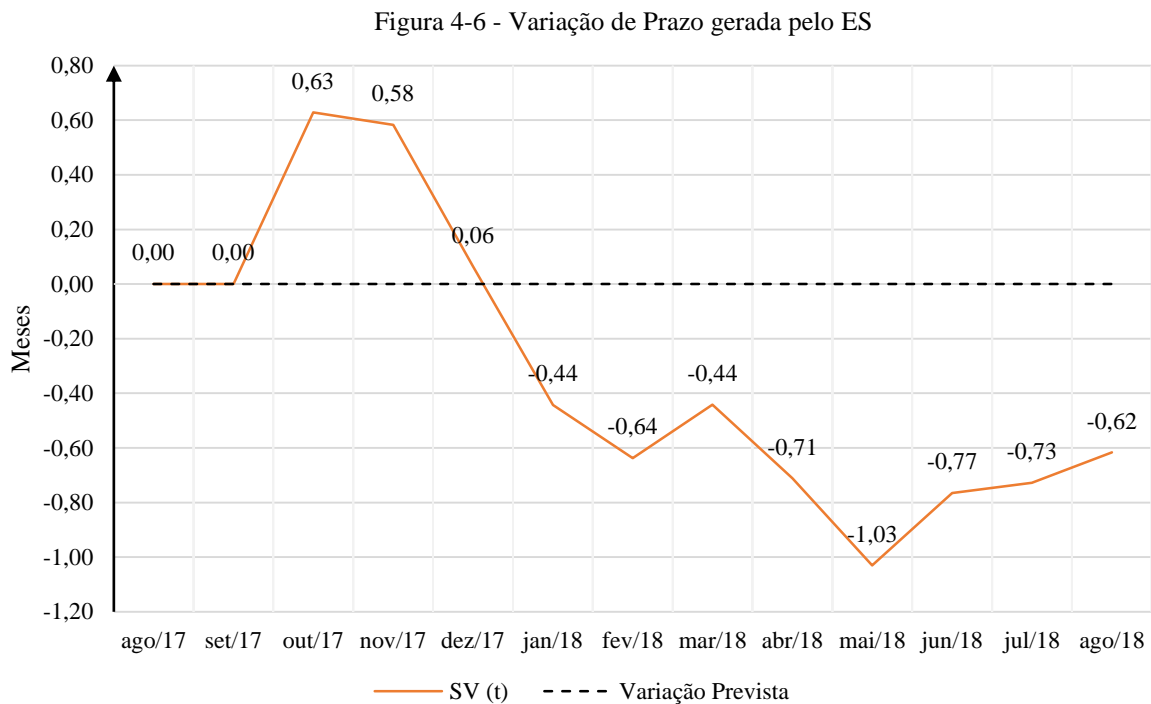
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Observando esse, considera-se que a curva ES, ao assumir valores acima do previsto, indica que o projeto está adiantado em relação ao prazo definido e, ao assumir valores abaixo do previsto, informa o atraso do projeto. Por exemplo, para agosto de 2018 temos que o Prazo Agregado é de 12,38 meses, sendo que o projeto estava no 13º mês de projeto. Isso implica em um atraso, em termos de prazo, de pouco mais de meio mês dentro das atividades previstas.

Através dos valores que alimentam as curvas características, foi gerada a variação de prazo indicada pelo ES. Seus valores são apresentados na Tabela APB-3 e, com bases nesses, foi gerado o gráfico presente na Figura 4-6, facilitando sua interpretação. Dessa forma, o gráfico nos apresenta as curvas de desvio de custo e de prazo em relação ao planejado, mostrando o quão afastado do planejado o projeto se encontra em ambos os quesitos.

Sabendo que variações nulas significam que o projeto se encontra dentro do planejado, entendemos que quando a curva apresenta valores positivos o projeto está adiantado em relação ao planejado. Em antemão, ao apresentar valores negativos, assume-se que esse está atrasado em relação ao planejado.

Ao reparar na curva, percebe-se claramente um crescente no desvio de prazo a partir de janeiro de 2018, assumindo valores negativos, e esboçando recuperação a partir de maio de 2018, mas ainda indicando o atraso do projeto.



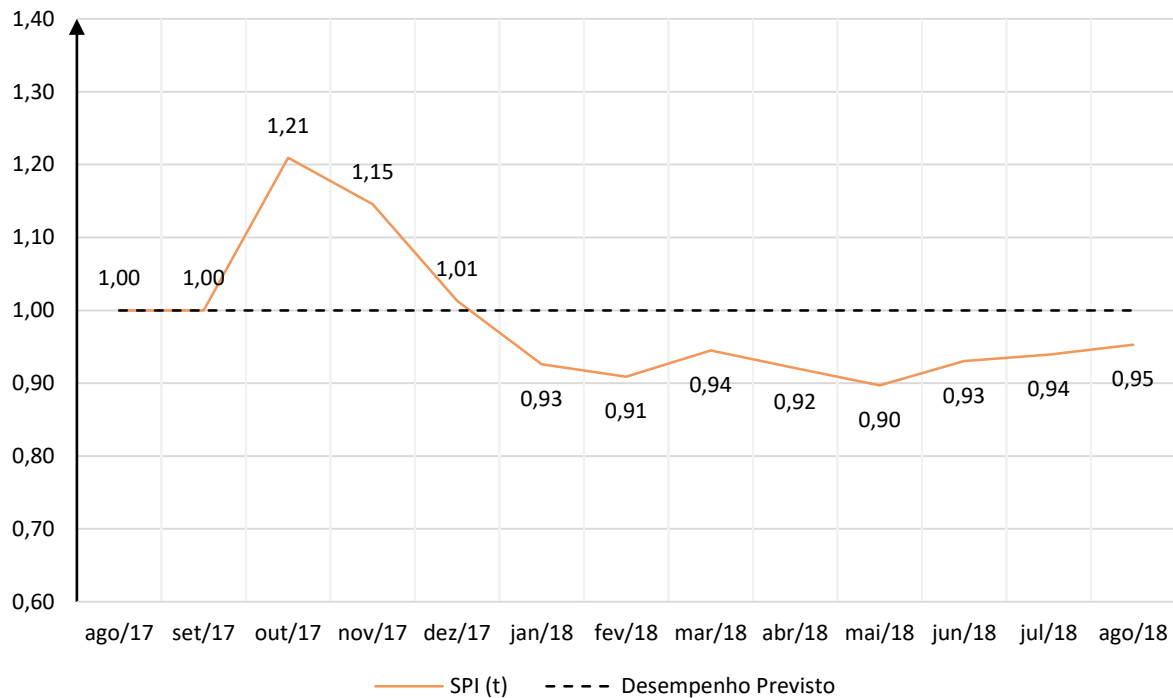
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Ao apropriar as informações apresentadas na Figura 4-5, calculou-se o índice de desempenho fornecido pelo ES. A partir disso, tabulou-se o gráfico apresentado na Figura 4-7. Sendo assim, o gráfico apresenta as curvas que mostram o índice de desempenho do projeto em termos prazo (SPI (t)). Suas informações permitem analisar a tendência do projeto, bem como realizar previsões, assim como o índice fornecido pelo EVM.

Interpreta-se então que ao assumir valores superiores a 1,00, o projeto está tendo um desempenho melhor que o esperado, sendo mais rápido. Em contrapartida, assumindo valores inferiores a 1,00, o projeto está mostrando um desempenho pior que o esperado, sendo mais demorado. Dessa forma, entende-se que ao assumir valores iguais a 1,00 o projeto está se comportando conforme o planejado. Junto a isso, podem-se perceber as tendências do desempenho conforme as curvas.

Funcionando de forma análoga ao índice fornecido pelo EVM, a interpretação dos dados fornecidos é similar à realizada em cima da Figura 4-3, tanto de forma geral quanto para o valor discrepante presente em outubro de 2017.

Figura 4-7 - Índices de Desempenho de Prazo gerados pelo PA



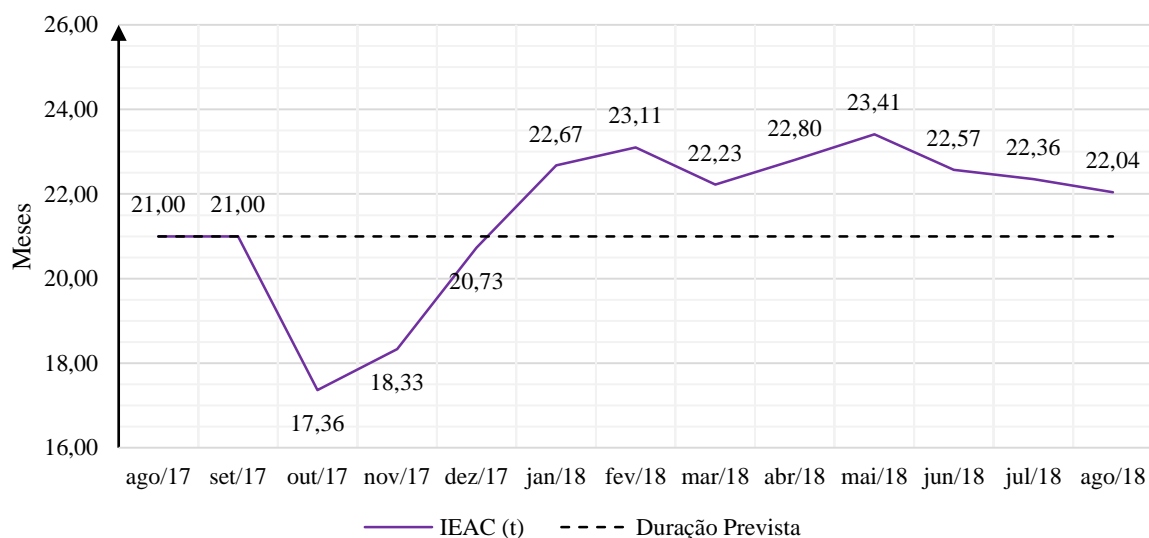
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Por fim, apropriando-se dos valores calculados do SPI (t) gerado pelo ES, expostos na Tabela APB-3 e no prazo determinado inicialmente para entrega do projeto apresentado no capítulo 3.3.3.1, foram determinadas as previsões de duração final geradas pelo ES. Expostas na Tabela APB-3, proporcionaram a montagem do gráfico exposto na Figura 4-8, mostrando as previsões de entrega.

O gráfico nos permite acompanhar as previsões de duração final ao longo do tempo, entendendo que para valores acima do planejado (21 meses), a obra será entregue em atraso e, para valores abaixo do planejado, a obra será concluída antecipadamente.

Assim, com base no gráfico, podemos perceber que a previsão calculada no último mês cujas medições foram recebidas é de 22,04 meses. Isso significa que o empreendimento, mantendo o desempenho calculado até então, será entregue com atraso de um mês, aproximadamente.

Figura 4-8 - Previsões de Duração Final geradas pelo ES



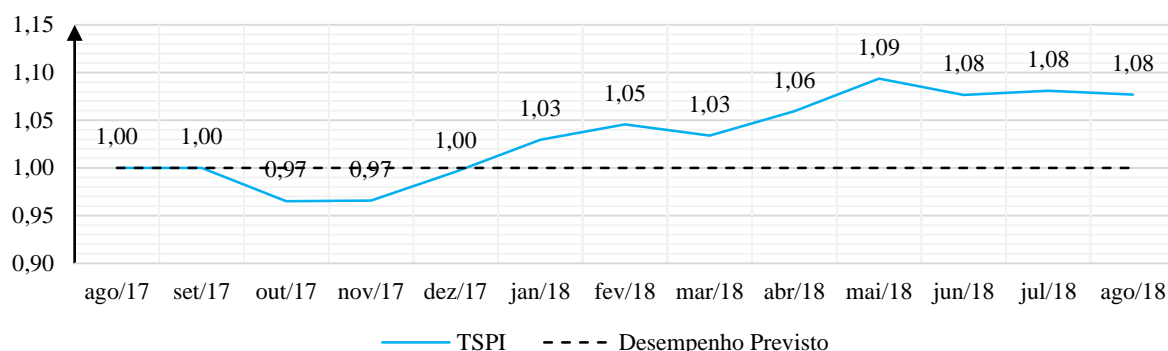
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Por fim, embasado no fornecido pelo ES apresentado na Tabela APB-3, pelo prazo determinado inicialmente para entrega do projeto apresentado no capítulo 3.3.3.1 e considerando que o gestor deseja concluir o empreendimento dentro do período programado, foram calculados os índices de desempenho necessários dentro do prazo à completar para que o objetivo seja alcançado. Tabulados no gráfico apresentado na Figura 4-9, podemos interpretá-lo com maior clareza.

Através do gráfico, podemos interpretar a tendência do desempenho necessário para o alcance da meta definida. Assim, entendemos que para valores apresentados acima de 1,00 (previsto), esforços são necessários para aumentar o desempenho do empreendimento a fim de alcançar o objetivo. Em antemão, para valores abaixo de 1,00, entende-se que o projeto está desempenhando mais do que o previsto, alcançando com antecedência a meta caso haja a sua manutenção. Para valores iguais à 1,00, temos que a obra está desempenhando conforme o planejado, alcançando também seu objetivo.

Dessa forma, observando o gráfico da Figura 4-9, percebemos que para a conclusão da obra dentro do prazo, o empreendimento deverá apresentar um índice de desempenho igual ou superior a 1,08 conforme indicado para agosto de 2018.

Figura 4-9 - Índice de Desempenho de Prazo à Completar pelo ES

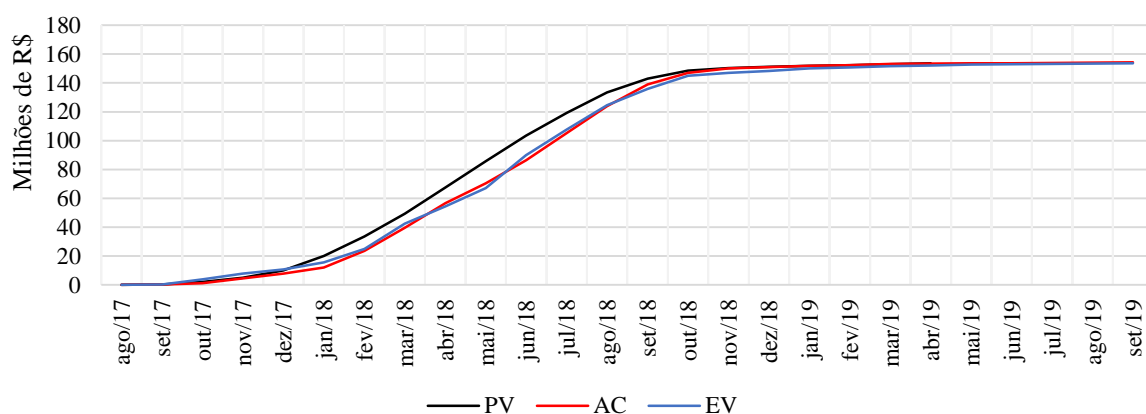


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A fim de possibilitar a melhor visualização do comportamento dos indicadores fornecidos pelos métodos, foi criado então o cenário hipotético apresentado no Apêndice B – Planilha de Cálculos, Tabela APB-1, utilizando as informações fornecidas pela responsável pela execução disponíveis na mesma. Aplicando os conceitos apresentados nos capítulos 2.2 e 2.3 a respeito do EVM e do ES, respectivamente, geraram-se os resultados apresentados a seguir de forma análoga aos expostos até então nesse capítulo.

Aplicando as informações apresentadas, produziram-se os dados de valores agregados do projeto através do EVM, presentes na Tabela APB-2, para também o cenário hipotético. Baseado nesses, foi então elaborado o gráfico apresentado na Figura 4-10, expondo as informações produzidas de forma a facilitar o seu entendimento. Sendo assim, essa mostra as três curvas S características do EVM: a curva de valor planejado, de custo atual e de valor agregado. É através dessas informações que se torna possível a aplicação do EVM, representando o desempenho do empreendimento em termos de custo e prazo, em referência ao planejado exposto no cenário.

Figura 4-10 - Curvas S características do EVM no cenário hipotético

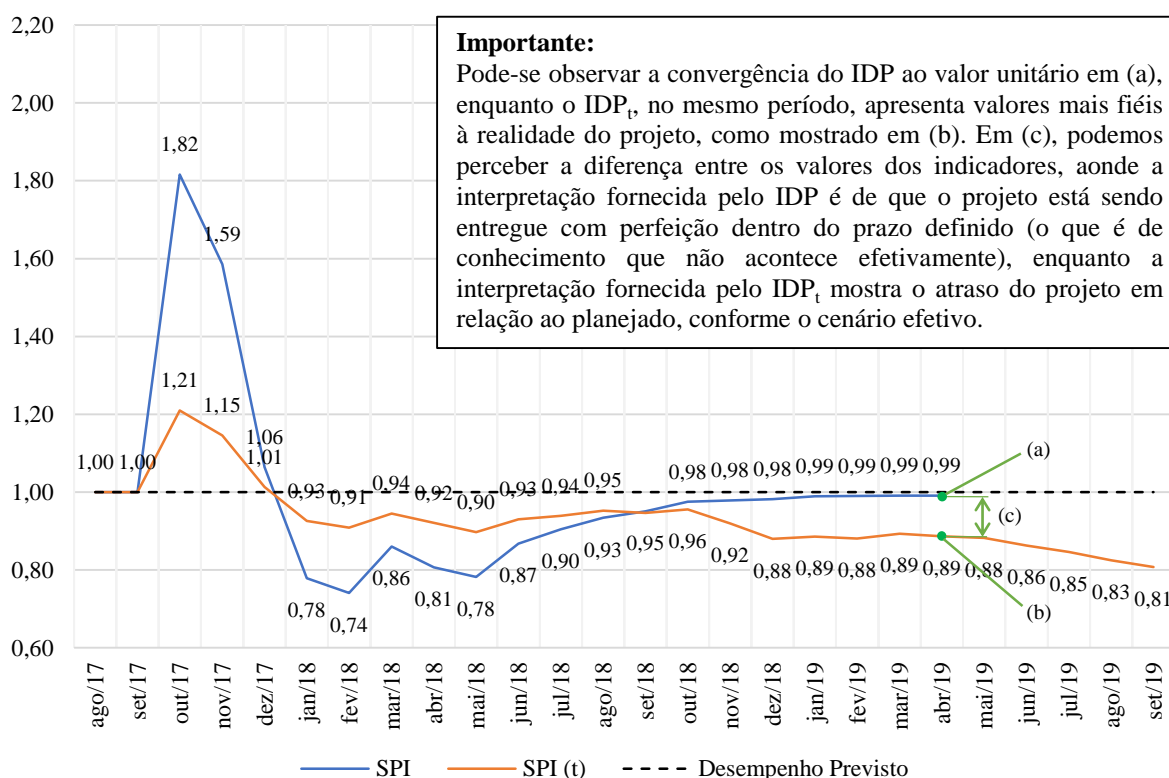


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Com as informações fornecidas pelo processo citado, foi possível calcular os índices de desempenho de prazo referentes aos dois métodos, o EVM e o ES. Suas interpretações se mantêm como apresentado anteriormente, sendo a intenção dessa demonstrar o comportamento característico do SPI ao se aproximar do prazo definido inicialmente para a entrega do projeto e o comportamento do SPI (t) no mesmo cenário, aonde o projeto é entregue com cinco meses de atraso.

Assim, como observado na Figura 4-11, percebe-se a convergência dos valores do SPI para o valor previsto ao passo que esse se aproxima do prazo determinado para entrega, enquanto o SPI (t), fornecido pelo ES, apresenta um comportamento divergente, não apresentando essa convergência.

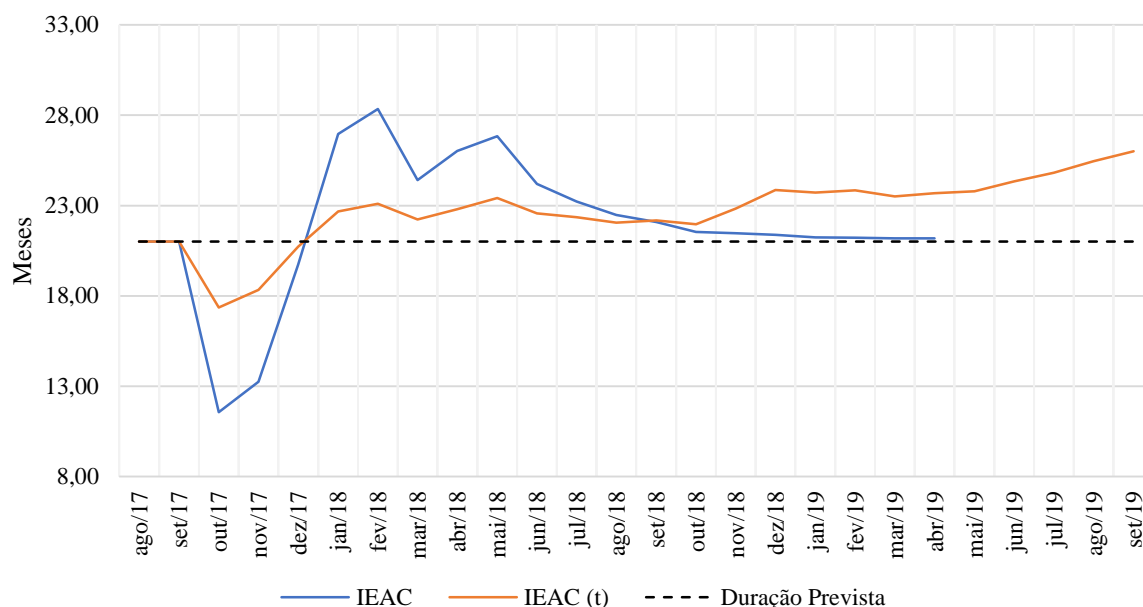
Figura 4-11 - Curva dos Índices de Desempenho de Prazo no cenário hipotético



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Da mesma forma que descrito para a comparação do SPI e do SPI (t), foram calculadas as previsões de duração para ambos os métodos e tabulados no gráfico exposto na Figura 4-12 a seguir, permitindo então a análise dos seus comportamentos de forma mais clara. Percebe-se, então, que o indicador de previsão de prazo do EVM apresenta o mesmo comportamento que o indicador do mesmo método, valendo o mesmo para o indicador do ES.

Figura 4-12 - Previsões de Duração geradas pelo EVM e pelo ES no cenário hipotético



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

## 4.2 Discussão

O *Earned Value Management* (EVM – Gerenciamento do Valor Agregado) se apresenta como uma ferramenta de gestão do desempenho de projetos e sua aplicação traz indicadores de custo e de prazo, auxiliando o gestor a acompanhar e intervir no desempenho do seu projeto, como apresentado da Figura 4-3, e a realizar previsões de duração, como mostra a Figura 4-4. Entre seus indicadores, o comportamento daquele destinado a medir o desempenho de prazo (SPI) invariavelmente converge para a unidade no final dos projetos, mesmo na ocorrência de atrasos, conduta exemplificada através do cenário hipotético e exposta na Figura 4-11. Tal atuação não representa a situação pela qual o projeto está enfrentando efetivamente, uma vez que é de conhecimento o atraso do empreendimento, diferente do interpretado pelo indicador.

Nesse sentido, a aplicação do *Earned Schedule* (ES – Prazo Agregado) traz o seu indicador de prazo (SPI (t)), cujo comportamento não apresenta a mesma convergência ao valor de desempenho previsto ao passo que o projeto se aproxima da duração planejada, também exposto na Figura 4-11, indicando uma aproximação maior ao cenário enfrentado pelo projeto. Assim, em comparação ao método anterior, seus valores trazem maior confiabilidade, favorecendo a tomada de decisões por parte do responsável pelo empreendimento.

Por exemplo, visando o gráfico presente na Figura 4-11, para o mês de fevereiro de 2018 temos valores negativos para ambos os indicadores, sendo o SPI (0,74) mais expressivo que o SPI (t) (0,91), indicando um desempenho pior que o apontado pelo indicador do ES. Isso se

mantém até o mês de setembro de 2018, onde ambos os indicadores assumem o mesmo valor (0,95) e suas curvas se cruzam, tendo, a partir de então, a interpretação por parte do SPI (t) como a presença de um desempenho pior que o apontado pelo SPI, o qual se aproxima cada vez mais do valor unitário.

Ainda em termos de comportamento dos indicadores de prazo fornecidos pelo EVM e pelo ES, observando a Figura 4-11 e ressaltando que as informações foram geradas com base nos mesmos valores planejados (PV) e avanços físicos (APP), pode-se perceber que por conta da maior confiabilidade trazida no comportamento do SPI (t), é possível assumir atrasos no empreendimento com mais antecipação que em relação ao SPI. Dessa forma, o ES, apresentando um indicador de desempenho de prazo mais confiável em termos de representação do enfrentado pelo projeto, é capaz de alertar ao gestor responsável os desvios com mais antecedência que o EVM.

Este trabalho não contempla a aplicação das técnicas em níveis de atividades planejadas do projeto, apresentadas na Figura APA-0-1, devido ao limite de apropriação. Porém, na presença dessas e considerando o exposto anteriormente a respeito da maior fidelidade por parte do SPI (t), o ES permite o planejamento de intervenções em situações de desvios de desempenho. Dessa forma, a sugestão é que o gestor assuma intervalos dentro dos valores de SPI (t) fornecidos pela técnica associados a ações a serem tomadas na ocorrência desses. Na sequência, a Tabela 4-1 mostra um exemplo de planejamento de intervenção, ilustrando a sugestão proposta.

Tabela 4-1 - Exemplo de Intervenção

<b>Atividade</b>	<b>Concretagem das bases dos aerogeradores</b>
<b>Índices</b>	<b>Intervenção</b>
$0,95 \leq \text{SPI (t)} < 1,00$	Uso de aceleradores de cura
$0,90 \leq \text{SPI (t)} < 0,95$	Acréscimo de equipes
$\text{SPI (t)} < 0,90$	Replanejamento considerando o atraso

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Além disso, com a presença dos indicadores aplicados às atividades planejadas, tornasse possível a inspeção por parte do gestor dentro das atividades que causaram desvios de desempenho no projeto, estudando suas causas e utilizando tais informações como base para evitar que se repitam.



## 5 CONCLUSÕES

Conforme os objetivos propostos nesse trabalho, inicialmente buscou-se o entendimento das etapas que compõem o projeto de um complexo eólico, visando a compreensão das atividades executadas no projeto, clareando então quais os aspectos seriam submetidos às interpretações dos índices futuramente calculados pelos métodos, gerando então o exposto na Figura APA-0-1.

Em seguida, foram então aplicados os conceitos referentes ao *Earned Value Management* (EVM – Gerenciamento do Valor Agregado), gerando seus indicadores para compreender sua interpretação e comportamento. Os resultados a partir desse indicam que a obra estava em atraso, mas não apresentava aumentos em relação ao custo do projeto, como exposto nos resultados desse trabalho. Além disso, dentro do cenário hipotético elaborado para entrega da obra, foi possível observar o comportamento característico do indicador de desempenho de prazo do EVM (SPI).

Em ato contínuo, aplicaram-se os conceitos do *Earned Schedule* (ES – Prazo Agregado), produzindo seus indicadores para compreensão das interpretações fornecidas por esses e entendimento do seu comportamento. As informações produzidas trazem o mesmo resultado que o método anterior, que a obra estava em atraso até o período em que as medições foram disponibilizadas, como exposto nos resultados desse trabalho. Ressalta-se que o método não traz avaliações de desempenho em termos de custo. Então, a técnica foi aplicada também ao cenário hipotético concebido a fim de proporcionar melhor visão do comportamento dos indicadores, como ilustrado na Figura 4-11.

Comparando os métodos, foi possível perceber as diferenças de comportamento dos índices de desempenho de prazo fornecidos, assim como a maior fidelidade por parte do indicador fornecido pelo ES em relação ao atraso enfrentado pelo projeto. Dessa forma, o ES foi capaz de expor os desvios de desempenho com mais antecedência que o EVM, mesmo ambas sendo alimentadas pelos mesmos valores.

À vista disso, pode-se chegar à conclusão de que o *Earned Schedule* traz vantagens em relação ao controle do desempenho de prazo, evitando replanejamentos constantes necessários na utilização dos indicadores fornecidos pelo *Earned Value Management*. Além disso, será capaz de trazer a identificação dos desvios com mais antecedência que o já fornecido pelo EVM.

Como implicação do elaborado nesse trabalho, foi possível proporcionar uma sintetização das informações relacionadas às técnicas abordadas, reunindo informações coletadas em diversas fontes e apresentando-as de forma clara e objetiva. Além disso, esse

trabalho construiu a possibilidade de uma avaliação da utilidade da ferramenta, proporcionando o entendimento de seu funcionamento e características, dando também sugestões de melhores usos dessa. Por fim, o trabalho traz um estudo acerca de uma ferramenta relativamente nova, considerando ter sido publicada apenas em 2003.

Como sugestão para trabalhos futuros, aconselha-se que seja feita a análise de custos de aceleração de projeto, para que, quando somada ao acompanhamento do desempenho do projeto, as intervenções possam ser melhor planejadas, levando em consideração o custo e o tempo encontrado a partir da análise para as possíveis acelerações. Não obstante, na elaboração do cenário hipotético, sugere-se que sejam utilizados os indicadores das técnicas responsáveis pelas previsões (*forecasts*), tendo então um cenário hipotético com embasamento teórico, podendo trazer outras interpretações além da apresentada a respeito do comportamento dos indicadores.

## 6 REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA. **Boletim Anual de Geração Eólica 2017**. 15 f. Boletim – ABEEólica, 2017.

APM EARNED VALUE MANAGEMENT SPECIFIC INTEREST GROUP. **Earned Value Management Guidelines**. 62 f. APM, 2008.

BERTUZZI, P. J. **Estudos de Aspectos de Engenharia para Implantação de Torres Eólicas**. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

CASAROTTO FILHO, Nelson; FAVERO, Jose Severino; CASTRO, João Ernesto E. **Gerência de Projetos: engenharia simultânea: organização, planejamento, programação, PERT/CPM, PERT/custo, controle, direção**. 173p. São Paulo: Atlas, 1998.

CHAVES, Renata Barcelos. **Entre a Teoria e a Prática: Um estudo de caso sobre a metodologia de Gerenciamento de Projetos aplicada em uma empresa de serviços de pequeno porte**. 90 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências da Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

CUSTÓDIO, R. S. **Energia Eólica para Produção de Energia Elétrica**. 340 f. 2ª ed. Synergia, 2013.

LIPKE, Walt. **Earned Schedule: an extension to earned value management**. Disponível em: <https://www.earnedschedule.com>. Acesso em: 07/10/18.

FERNANDES, G. A. A. **Estudo de Viabilidade Técnico Econômico para Instalação de um Sistema Eólico**. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – MBA em Gestão Estratégica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

FLEMMING, J. M. **Earned Value Project Management**. 232 f. 4ª ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2010.

GANNOUM, Élbia. **A Indústria de Energia Eólica Brasileira: Da Inserção a Consolidação**. 10 f. Caderno Opinião – FGV Energia, 2015.

GASCH, R. TWELE, J. **Wind Power Plants: fundamentals, design, construction and operation**. 2ª ed. Berlin: Springer, 2012.

GIACOMETTI, R. A.; SILVA, C. E. S.; SOUZA, H. J. C.; MARINS, F. A. S.; SILVA, E. R. S. **Aplicação do *Earned Value* em Projetos Complexos: um estudo de caso na EMBRAER.** 14 f. São Carlos: Gest. Prod. v. 14, 2007.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Statistics 2017.** 4 f. Boletim – Global Wind Energy Council, 2018.

GOURIÈRES, D. **Wind Power Plants: theory and design.** 250 f. Oxford: Pergamon Press Ltd., 1982.

GOUVEIA, Y. C. S. **Construção de um Parque Eólico Industrial.** 123 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2013.

KERZNER, H. **Project management: a systems approach to planning, scheduling and controlling.** New York: John Wiley & Sons, inc, 1992.

KWAK, Y. H. **Analyzing schedule delay of mega project: Lessons learned from Korea train express.** 256 f. IEEE, 2009.

LIPKE, W. **Earned Schedule Contribution to Project Management.** 19 f. PM World Journal, 2012.

MEZAROBA, M. **Processamento da Energia Eólica.** 36 f. Apostila do Núcleo de Processamento de Energia Elétrica, Universidade Estadual de Santa Catarina, Joinville, 2016.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA/EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026.** 309 f. Documento Informativo – MME/EPE, 2017.

NAVON, R. **Automated Project Performance Control of Construction Projects: Automation in Construction.** 476 f. Elsevier, 2005.

PALERMO, G. F. **Prazo Agregado: a aplicação de indicadores e estimativas de prazo.** 105 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Gerenciamento de Projetos, FGV, 2018.

PINHO, Antônio Monteiro. **Gestão de Projectos de Parques Eólicos: Contributos para a melhoria do processo.** 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, 2008.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos – Guia PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE**. 6ª ed. Newtown Square: PMI, 2017.

SILVA, A. B. **Projeto Aerodinâmico de Turbinas Eólicas**. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

STEYN, H.; NICHOLAS, J. M. **Project Management for Engineering, Business and Technology**. 680 f. 4ª ed. Londres & Nova Iorque: Routledge, 2012.

THE EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION. **Wind Energy – The Facts: a guide to the technology, economics and future of wind power**. 118 f. Earthscan: EWEA, 2009.

VARGAS, R. **Análise de Valor Agregado no Controle de Projetos: sucesso ou fracasso?**. 12 f. Orlando: AACE, 2003.

VARGAS, R. **Construindo Previsões de Custo Final do Projeto Utilizando Análise de Valor Agregado e Simulação de Monte Carlo**. 19 f. Washington: AACE, 2004.

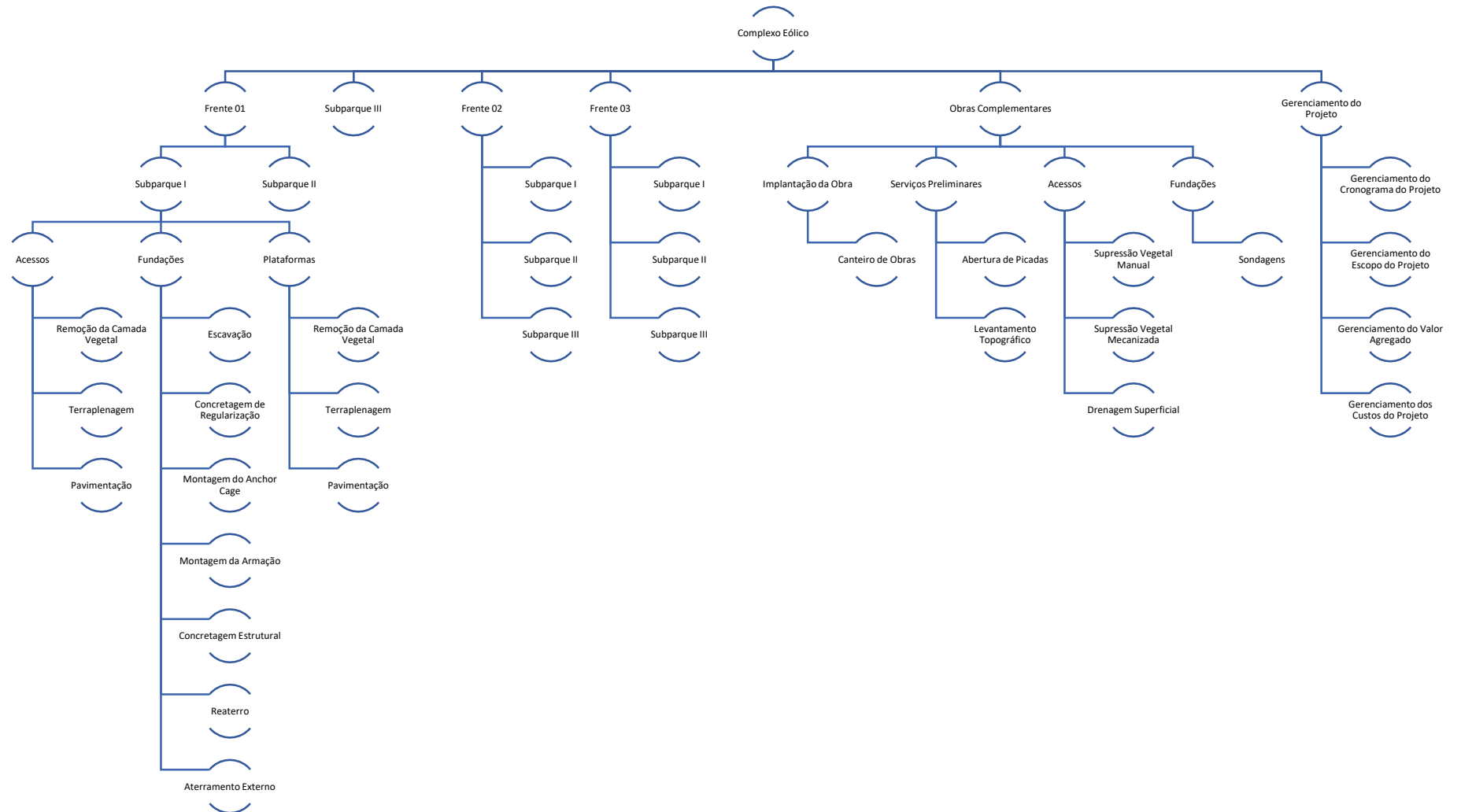


**Apêndice A – *Work Breakdown Structure* das Obras Civas do Complexo Eólico**





Figura APA-0-1 – *Work Breakdown Structure* das Obras Civas do Complexo Eólico



Fonte: Empresa responsável pela execução do empreendimento (2018)



## **Apêndice B – Planilha de Cálculos**



Tabela APB-1 – Dados fornecidos lançados na planilha de cálculo e cenário hipotético

		ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18
<b>Planejado x Realizado</b>										
Valor Planejado	PV	35.236	365.409	2.170.719	4.988.815	10.002.744	19.961.213	33.638.549	49.233.506	67.562.405
Avanço Físico Planejado	PCW	0,00%	0,04%	0,21%	1,20%	3,79%	9,66%	16,71%	27,43%	40,25%
Avanço Físico Atual	ACW	0,00%	0,04%	0,83%	2,71%	4,17%	7,06%	12,21%	22,70%	31,13%
Custo Atual	AC	35.236	332.106	1.145.926	4.418.956	7.803.114	12.003.471	23.504.674	39.626.981	56.586.601

		mai/18	jun/18	jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18	jan/19
<b>Planejado x Realizado</b>										
Valor Planejado	PV	85.640.463	103.509.953	119.166.070	133.457.145	142.953.659	148.559.422	150.201.485	151.069.328	151.763.103
Avanço Físico Planejado	PCW	51,75%	62,73%	75,47%	87,85%	96,18%	98,44%	98,82%	99,20%	99,43%
Avanço Físico Atual	ACW	39,86%	54,32%	66,20%	80,22%	90,00%	96,95%	97,80%	98,35%	98,80%
Custo Atual	AC	70.404.094	86.443.033	105.238.286	123.889.821	139.000.000	147.000.000	150.000.000	151.050.000	151.760.000

		fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19
<b>Planejado x Realizado</b>									
Valor Planejado	PV	152.375.745	153.000.575	153.523.690					
Avanço Físico Planejado	PCW	99,62%	99,81%	100,00%					
Avanço Físico Atual	ACW	99,10%	99,40%	99,55%	99,70%	99,78%	99,87%	99,93%	100,00%
Custo Atual	AC	152.377.000	153.250.000	153.400.000	153.523.690	153.650.000	153.750.000	154.000.000	154.325.000

Os valores fornecidos até agosto de 2018 representam o cenário real enfrentado pelo projeto. Em vermelho, em todas as tabelas, apresentam-se os valores do cenário hipotético criado para o projeto. O empreendimento tem previsão de entrega para abril de 2019.

Tabela APB-2 - Aplicação do GVA sobre os dados recebidos e cenário hipotético

Análise de Valor Agregado		ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18
Valor Agregado	EV	35.236	365.409	3.941.489	7.910.526	10.648.858	15.549.445	24.915.134	42.346.892	54.518.165
Indicadores										
Variação do Prazo	SV	0	0	1.770.770	2.921.711	646.114	-4.411.768	-8.723.416	-6.886.614	-13.044.240
Variação do Custo	CV	0	33.304	2.795.563	3.491.570	2.845.744	3.545.974	1.410.460	2.719.911	-2.068.436
Índice de Desempenho de Prazo pelo Valor Agregado	SPI	1,00	1,00	1,82	1,59	1,06	0,78	0,74	0,86	0,81
Índice de Desempenho de Custo	CPI	1,00	1,10	3,44	1,79	1,36	1,30	1,06	1,07	0,96
Previsão de Duração Final	IEAC	21,00	21,00	11,57	13,24	19,73	26,96	28,35	24,42	26,02
Análise de Valor Agregado		mai/18	jun/18	jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18	jan/19
Valor Agregado	EV	67.008.511	89.825.714	107.774.588	124.653.967	135.906.722	144.856.176	146.965.873	148.330.971	150.103.919
Indicadores										
Variação do Prazo	SV	-18.631.952	-13.684.238	-11.391.481	-8.803.178	-7.046.937	-3.703.246	-3.235.611	-2.738.357	-1.659.184
Variação do Custo	CV	-3.395.583	3.382.682	2.536.302	764.146	-3.093.278	-2.143.824	-3.034.127	-2.719.029	-1.656.081
Índice de Desempenho de Prazo pelo Valor Agregado	SPI	0,78	0,87	0,90	0,93	0,95	0,98	0,98	0,98	0,99
Índice de Desempenho de Custo	CPI	0,95	1,04	1,02	1,01	0,98	0,99	0,98	0,98	0,99
Previsão de Duração Final	IEAC	26,84	24,20	23,22	22,48	22,09	21,54	21,46	21,39	21,23
Análise de Valor Agregado		fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	
Valor Agregado	EV	150.834.036	151.668.641	152.147.429	152.637.059	152.900.618	153.165.126	153.330.617	153.523.690	
Indicadores										
Variação do Prazo	SV	-1.541.709	-1.331.934	-1.376.261	152.637.059	152.900.618	153.165.126	153.330.617	153.523.690	
Variação do Custo	CV	-1.542.964	-1.581.359	-1.252.571	-886.631	-749.382	-584.874	-669.383	-801.310	
Índice de Desempenho de Prazo pelo Valor Agregado	SPI	0,99	0,99	0,99	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
Índice de Desempenho de Custo	CPI	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	
Previsão de Duração Final	IEAC	21,21	21,18	21,19	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

Os valores fornecidos até agosto de 2018 representam o cenário real enfrentado pelo projeto. Em vermelho, em todas as tabelas, apresentam-se os valores do cenário hipotético criado para o projeto. O empreendimento tem previsão de entrega para abril de 2019.

Tabela APB-3 - Aplicação do PA sobre os dados recebidos e cenário hipotético

Análise de Prazo Agregado		ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18
Prazo Agregado	ES	1,00	2,00	3,63	4,58	5,06	5,56	6,36	7,56	8,29
Indicadores										
<i>Variação do Prazo</i>	SV(t)	0,00	0,00	0,63	0,58	0,06	-0,44	-0,64	-0,44	-0,71
<i>Índice de Desempenho de Prazo pelo Prazo Agregado</i>	SPI(t)	1,00	1,00	1,21	1,15	1,01	0,93	0,91	0,94	0,92
<i>Previsão de Duração Final</i>	IEAC(t)	21,00	21,00	17,36	18,33	20,73	22,67	23,11	22,23	22,80
<i>Índice de Desempenho de Prazo à Completar</i>	TSPI(t)	0,80	0,79	0,76	0,75	0,76	0,77	0,77	0,75	0,75

Análise de Prazo Agregado		mai/18	jun/18	jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18	jan/19
Prazo Agregado	ES	8,97	10,23	11,27	12,38	13,26	14,34	14,72	14,96	15,94
Indicadores										
<i>Variação do Prazo</i>	SV(t)	-1,03	-0,77	-0,73	-0,62	-0,74	-0,66	-1,28	-2,04	-2,06
<i>Índice de Desempenho de Prazo pelo Prazo Agregado</i>	SPI(t)	0,90	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,92	0,88	0,89
<i>Previsão de Duração Final</i>	IEAC(t)	23,41	22,57	22,36	22,04	22,18	21,97	22,83	23,86	23,71
<i>Índice de Desempenho de Prazo à Completar</i>	TSPI(t)	0,75	0,72	0,69	0,66	0,65	0,61	0,63	0,67	0,63

Análise de Prazo Agregado		fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19
Prazo Agregado	ES	16,73	17,86	18,63	19,42	19,84	20,31	20,63	21,00
Indicadores									
<i>Variação do Prazo</i>	SV(t)	-2,27	-2,14	-2,37	-2,58	-3,16	-3,69	-4,37	-5,00
<i>Índice de Desempenho de Prazo pelo Prazo Agregado</i>	SPI(t)	0,88	0,89	0,89	0,88	0,86	0,85	0,83	0,81
<i>Previsão de Duração Final</i>	IEAC(t)	23,85	23,51	23,67	23,79	24,34	24,81	25,45	26,00
<i>Índice de Desempenho de Prazo à Completar</i>	TSPI(t)	0,61	0,52	0,47	0,40	0,39	0,34	0,37	#DIV/0!

Os valores fornecidos até agosto de 2018 representam o cenário real enfrentado pelo projeto. Em vermelho, em todas as tabelas, apresentam-se os valores do cenário hipotético criado para o projeto. O empreendimento tem previsão de entrega para abril de 2019.





***Anexo A – Planned Values e Actual Physical Progress***



Tabela ANA-1 - Dados fornecidos pela empresa responsável

	Acumulado até a data (ago/18)	Realizado - Mês ref. ago-18	ago-17	set-17	out-17	nov-17	dez-17	jan-18
<b>Previsto (Po)</b>								
<b>AF Total</b>	<b>87,9%</b>	<b>12,4%</b>	<b>0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,2%</b>	<b>1,0%</b>	<b>2,6%</b>	<b>5,9%</b>
Receita Total	153.352.283	21.619.881		62.500	308.219	1.720.012	4.529.877	10.238.178
<b>Receita Total (Reajust)</b>	<b>153.352.283</b>	<b>21.619.881</b>		<b>62.500</b>	<b>308.219</b>	<b>1.720.012</b>	<b>4.529.877</b>	<b>10.238.178</b>
Custo Total	133.457.145	14.291.075	35.236	330.173	1.805.309	2.818.096	5.013.929	9.958.469
<b>Custo Total (Reajust)</b>	<b>133.457.145</b>	<b>14.291.075</b>	<b>35.236</b>	<b>330.173</b>	<b>1.805.309</b>	<b>2.818.096</b>	<b>5.013.929</b>	<b>9.958.469</b>

	Acumulado até a data (ago/18)	Realizado - Mês ref. ago-18	ago-17	set-17	out-17	nov-17	dez-17	jan-18
<b>Realizado</b>								
AF Total Executado	80,2%	14,0%	0,0%	0,0%	0,8%	1,9%	1,5%	2,9%
<b>AF Total Executado Acum</b>	<b>321,5%</b>	<b>80%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,8%</b>	<b>2,7%</b>	<b>4,2%</b>	<b>7,1%</b>
% Receita Lançada		12,2%	0,0%	0,0%	0,8%	1,9%	1,5%	2,9%
<b>% Acumulada Receita</b>		<b>80,2%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,8%</b>	<b>2,7%</b>	<b>4,2%</b>	<b>7,1%</b>
Receita Total Executada	140.034.625	21.272.592	-	62.500	1.389.000	3.278.875	2.554.494	5.038.233
Custo Total Executada	123.889.821	18.651.535	35.236	296.869	813.820	3.273.030	3.384.158	4.200.357

	Acumulado até a data (ago/18)	Realizado - Mês ref. ago-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18
<b>Previsto (Po)</b>							
<b>AF Total</b>	<b>87,9%</b>	<b>12,4%</b>	<b>7,1%</b>	<b>10,7%</b>	<b>12,8%</b>	<b>11,5%</b>	<b>11,0%</b>
Receita Total	153.352.283	21.619.881	12.312.774	18.718.295	22.364.357	20.086.155	19.167.957
<b>Receita Total (Reajust)</b>	<b>153.352.283</b>	<b>21.619.881</b>	<b>12.312.774</b>	<b>18.718.295</b>	<b>22.364.357</b>	<b>20.086.155</b>	<b>19.167.957</b>
Custo Total	133.457.145	14.291.075	13.677.336	15.594.957	18.328.899	18.078.058	17.869.490
<b>Custo Total (Reajust)</b>	<b>133.457.145</b>	<b>14.291.075</b>	<b>13.677.336</b>	<b>15.594.957</b>	<b>18.328.899</b>	<b>18.078.058</b>	<b>17.869.490</b>

	Acumulado até a data (ago/18)	Realizado - Mês ref. ago-18	fev-18	mar-18	abr-18	mai-18	jun-18
<b>Realizado</b>							
AF Total Executado	80,2%	14,0%	5,2%	10,5%	8,4%	8,7%	14,5%
<b>AF Total Executado Acum</b>	<b>321,5%</b>	<b>80%</b>	<b>12,2%</b>	<b>22,7%</b>	<b>31,1%</b>	<b>39,9%</b>	<b>54,3%</b>
% Receita Lançada		12,2%	6,9%	11,9%	9,1%	9,0%	12,2%
<b>% Acumulada Receita</b>		<b>80,2%</b>	<b>13,9%</b>	<b>25,9%</b>	<b>35,0%</b>	<b>44,0%</b>	<b>56,2%</b>
Receita Total Executada	140.034.625	21.272.592	11.995.361	20.805.535	15.914.034	15.740.335	21.251.367
Custo Total Executada	123.889.821	18.651.535	11.501.203	16.122.308	16.959.620	13.817.493	16.038.939

	Acumulado até a data (ago/18)	Realizado - Mês ref. ago-18	jul-18	ago-18	set-18	out-18	nov-18	dez-18
<b>Previsto (Po)</b>								
<b>AF Total</b>	<b>87,9%</b>	<b>12,4%</b>	<b>12,7%</b>	<b>12,4%</b>	<b>8,3%</b>	<b>2,3%</b>	<b>0,4%</b>	<b>0,4%</b>
Receita Total	153.352.283	21.619.881	22.224.079	21.619.881	14.545.947	3.942.569	664.322	664.322
<b>Receita Total (Reajust)</b>	<b>153.352.283</b>	<b>21.619.881</b>	<b>22.224.079</b>	<b>21.619.881</b>	<b>14.545.947</b>	<b>3.942.569</b>	<b>664.322</b>	<b>664.322</b>
Custo Total	133.457.145	14.291.075	15.656.117	14.291.075	9.496.515	5.605.763	1.642.063	867.843
<b>Custo Total (Reajust)</b>	<b>133.457.145</b>	<b>14.291.075</b>	<b>15.656.117</b>	<b>14.291.075</b>	<b>9.496.515</b>	<b>5.605.763</b>	<b>1.642.063</b>	<b>867.843</b>

	Acumulado até a data (ago/18)	Realizado - Mês ref. ago-18	jul-18	ago-18	set-18	out-18	nov-18	dez-18
<b>Realizado</b>								
AF Total Executado	80,2%	14,0%	11,9%	14,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>AF Total Executado Acum</b>	<b>321,5%</b>	<b>80%</b>	<b>66,2%</b>	<b>80,2%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>
% Receita Lançada		12,2%	11,9%	12,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>% Acumulada Receita</b>		<b>80,2%</b>	<b>68,0%</b>	<b>80,2%</b>	<b>80,2%</b>	<b>80,2%</b>	<b>80,2%</b>	<b>80,2%</b>
Receita Total Executada	140.034.625	21.272.592	20.732.299	21.272.592	-	-	-	-
Custo Total Executada	123.889.821	18.651.535	18.795.254	18.651.535	-	-	-	-



## **Anexo B – Registros Fotográficos da Obra**





**Foto ANB-1** - Aterro no Acesso



**Foto ANB-2** - Pavimentação na Plataforma



**Foto ANB-3** - Remoção da Camada Vegetal na Plataforma



**Foto ANB-4** - Tratamento dos *Anchor Cage* para Liberação da Montagem



**Foto ANB-5** - Manutenção nos Acessos



**Foto ANB-6** - Perfuração para Detonação na Plataforma





**Foto ANB-7** - Limpeza de Material Detonado na Plataforma



**Foto ANB-8** - Limpeza e Montagem de Forma para Concreto de Regularização da Base



**Foto ANB-9** - Malha de Aterramento Externo da Base



**Foto ANB-10** - Armação da Base



**Foto ANB-11** - Aterro no Acesso



**Foto ANB-12** - Concretagem na Base da Plataforma





**Foto ANB-13 - Armação da Base**



**Foto ANB-14 - Recuperação Ambiental**



**Foto ANB-15 - Concretagem Estrutural da Base**